

DER UNTERRICHT AN BAUGEWERKSCHULEN
HERAUSGEBER:
PROFESSOR M. GIRNDT IN NEUKÖLLN
15



A. SCHAU

DER EISENBAHNBAU

I

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

DER EISENBAHNBAU

LEITFADEN
FÜR DEN UNTERRICHT AN DEN TIEFBAUABTEILUNGEN
DER BAUGEWERKSCHULEN UND VERWANDTEN
TECHNISCHEN LEHRANSTALTEN

VON

A. SCHAU
KGL. BAUGEWERKSCHULDIREKTOR UND REGIERUNGSBAUMEISTER
ESSEN-RUHR

I. TEIL

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN · BAHNGESTALTUNG
GRUNDZÜGE FÜR DIE ANLAGE DER BAHNEN

DRITTE, VERBESSERTE AUFLAGE
MIT 180 ABBILDUNGEN IM TEXT



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1914

Vorwort zur ersten Auflage.

Der vorliegende Leitfaden ist das Ergebnis der während der letzten 10 Semester an der Tiefbauabteilung der Königlichen Baugewerkschule zu Nienburg a. W. gemachten Unterrichtserfahrungen; zugleich ist der in der Denkschrift des Königlich Preußischen Landesgewerbeamts über die Notwendigkeit einiger Änderungen im Betriebe der Baugewerkschulen und in der Denkschrift über die Ausbildung der Tiefbautechniker (veröffentlicht im Ministerialblatt der Handels- und Gewerbeverwaltung 1906 Nr. 18 und 1907 Nr. 8) angegebenen Stoffverteilung vollauf Rechnung getragen worden. Hiernach sind in den Tiefbauklassen II und I für den Eisenbahnbau je 6 Stunden und in Klasse I für Eisenbahnhochbauten 2 weitere Stunden vorgesehen.

Erfahrungsgemäß wird die weitaus größte Zahl der Abiturienten der preußischen Tiefbauschulen dem Staatseisenbahndienste zugeführt; das Fach Eisenbahnbau ist daher von einer ganz besonders hohen Bedeutung für die Schüler. Da die praktische Ausbildung der Schüler fast ausnahmslos auf den dem Eisenbahnwesen völlig fremden Gebieten des Maurers, Zimmerers, Schlossers, und Tischlers usf. liegt, so ist ihnen fast jeder eisenbahntechnische Begriff fremd. Es wurde daher in dem vorliegenden Leitfaden besonderes Gewicht darauf gelegt, daß alle Begriffe schrittweise entwickelt werden, und daß im Unterrichte kein Ausdruck angewendet zu werden braucht, für welchen dem Schüler das Verständnis abgeht; ein klarer, methodischer Aufbau wurde so erreicht. Ferner hat der Verfasser nach Möglichkeit aus gleichen Gründen vermieden, Fremdwörter zu gebrauchen; die gebräuchlichsten Fremdwörter sind in Klammer beigefügt worden.

Der Hauptwert ist darauf gelegt worden, daß durch eine eingehende Kritik der verschiedenen Anordnungen das selbständige Denken der Schüler gefördert wird. Deshalb sind der Zweck, die Vor- und Nachteile in jedem Gebiete, soweit es irgend angängig war, ausdrücklich hervorgehoben worden. Es ist für einen künftigen Eisenbahntechniker nicht allein notwendig, zu wissen, wie ein Bauteil eingerichtet ist, sondern er muß auch die Anforderungen, die an ihn zu stellen sind, und die Betriebstätigkeit, die er zu verrichten hat, kennen lernen. Für den Eisenbahndienst, in dem schnelle und richtige Entschlüsse vielfach ein dringendes Erfordernis sind, und schwierige Verhältnisse ein sicheres Urteil und zutreffende Anordnungen erfordern, ist eine derartige Vorbildung von ganz besonderer Wichtigkeit.

Von der Beifügung von Skizzen ist nur in sparsamster Weise Gebrauch gemacht worden. Durch sie sollen einesteils lediglich ausführliche Erklärungen erübrigt werden, andererseits soll das zeitraubende Anzeichnen von Gegenständen, wie z. B. Gerätschaften für Oberbau, bei denen es für die Schüler nur auf die grundsätzliche Anordnung ankommt, vermieden und so dem Lehrer die nötige Zeit für wichtigere Skizzen gegeben werden. Konstruktive Skizzen sind überhaupt nicht eingezeichnet worden, weil dem Lehrer in dieser Hinsicht keinerlei Beschränkung auferlegt werden sollte, und weil dadurch den

eignen Ansichten mehr freier Spielraum gelassen und die Freudigkeit an der Arbeit in diesem Fache gehoben wird; außerdem würden bei den stetigen Fortschritten und Verbesserungen im Eisenbahnwesen die gegebenen Skizzen bald veralten, und der Wert des Leitfadens würde sehr vermindert werden. Auch muß ein ganz besonderer Wert darauf gelegt werden, daß der Schüler alle wichtigen Konstruktionsskizzen an der Tafel entstehen sieht, wobei alle die Gesichtspunkte, die für den ordnungsgemäßen und folgerichtigen Aufbau einer technischen Zeichnung zu beachten sind, ihm vor Augen geführt werden; auf diese Weise erhält er gleichzeitig eine Anleitung zum Konstruieren. Dieses Verfahren bietet auch vorzügliche Gelegenheit zu eingehenden Wiederholungen, ohne die jeder Unterricht, mag er noch so gut erteilt werden, für unser Schülermaterial fast nutzlos ist.

Der Text des Leitfadens ist möglichst kurz gehalten; alles Unwesentliche ist fortgeblieben, die neuesten Konstruktionen und Ausführungen sind beachtet worden, die amtlichen Vorschriften überall dem Wortlaute genau entsprechend angegeben; teilweise sind sie auch in den Text eingefügt worden. Überall sind Hinweise vorhanden, so daß die Schüler die in Frage kommenden Vorschriften genau nachlesen und etwaige Änderungen, die sich in der nächsten Zeit ergeben, nachtragen können. Absichtlich ist jedoch von dem in Leitfäden vielfach gebrauchten Telegrammstiel und den üblichen starken Kürzungen des Schuldiktates abgesehen worden, da der Leitfaden dem Schüler im Hause Gelegenheit geben soll, sich das Hauptsächlichste aus dem Vortrage des Lehrers in ihm verständlicher Weise wieder ins Gedächtnis zurückzurufen. Eine zu kurze Fassung des Textes würde den Schüler erfahrungsgemäß vielfach zu zeitraubenden Überlegungen veranlassen und meist unklare Begriffe bei ihm auslösen; für die Vorbereitung zu den Prüfungen, für die Wiederholungen zu diesen und somit für seine gute Ausbildung würde dies ein schwerer Übelstand sein.

Den Festsetzungen des Lehrplanes gemäß sind die Bestimmungen und Anordnungen für Haupt-, Neben- und Kleinbahnen besprochen worden. Unterrichtlich dürfte nur die genaue Kenntnis der Haupt- und Nebenbahnen zu verlangen sein; für die Kleinhahnen wird eine Besprechung genügen.

Teil I und II bilden ein zusammenhängendes Ganzes. Die für Klasse I dem Lehrplane nach vorgesehenen Abschnitte über Bahnunterhaltung und Veranschlagung sind im ersten Teile eingefügt, um den zusammengehörigen Stoff nicht unnötig zu trennen.

Im einzelnen ist zu bemerken, daß im Teil I ganz besonderer Wert auf eine eingehende Behandlung des Oberbaues gelegt wurde, da die Kenntnis desselben für jeden Bahnmeister ein Haupterfordernis ist, und da sie für die Unterhaltung und die Betriebssicherheit der Eisenbahnanlagen die größte Bedeutung hat. Es wurden daher ausführlich die Wirkungsweise der einzelnen Bauteile, die Vorzüge und Fehler der verschiedenen Anordnungen und Teile und die Unterhaltung besprochen.

Im zweiten Teile wurde von dem Grundsatze ausgegangen, daß zunächst in großen Zügen eine Übersicht über alle auf den Bahnhöfen vorkommenden Anlagen zu geben ist, und daß die Gesichtspunkte festgelegt werden, welche für deren gegenseitige Lage in Frage kommen, damit eine Besprechung ein-

zelner Bahnhöfe durch den Lehrer erfolgen kann. Es wird dadurch erreicht, daß baldigst mit den Übungen im Entwerfen von Gleisplänen begonnen werden kann. Die genauere Besprechung der baulichen Anordnungen und der Einzelheiten erfolgt erst in der zweiten Hälfte des zweiten Teiles. Die Entwicklung der einzelnen Bahnhofsformen ist Sache des Vortrags des Lehrers. Die genaue Durcharbeitung eines kleinen Bahnhofs auf Grund gegebener Unterlagen im Vortrage kann dringend empfohlen werden, da dadurch die selbständige Lösung der zu stellenden Einzelaufgaben für Gleispläne und das Verständnis für die gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Anlagen vorzüglich gefördert wird.

Zum Schlusse ist auf Grund des neuen Normallehrplans ein Abschnitt über Sicherungswesen angefügt. Der vom Verfasser gegebene Stoff umfaßt aus diesem großen Gebiete nur das, was im allgemeinen für ein einigermaßen genügendes Verständnis der jetzigen Signal- und Sicherungsvorrichtungen im Eisenbahndienst für einen jungen Eisenbahntechniker unbedingt nötig ist. Die Unterrichtszeit ist jedoch für dieses Kapitel leider zu gering bemessen, sofern nicht unzulässige Einschränkungen auf anderen, für das Gesamtverständnis notwendigen Gebieten erfolgen sollen, denn erfahrungsgemäß kann für Klasse I nur mit 15—16 Unterrichtswochen gerechnet werden. Es kann daher die Einlegung einer weiteren besonderen Stunde für Eisenbahnversicherungswesen aufs dringendste empfohlen werden. Die baulichen Anordnungen der Eisenbahnhochbauten, die im II. Teil des Leitfadens gegeben sind, werden zweckmäßig in dem vorgesehenen zweistündigen Vortrage über Eisenbahnhochbauten besprochen.

Da es meines Wissens das erste Mal ist, daß ein Leitfaden im Eisenbahnbau für die Tiefbauabteilung der Baugewerkschulen an die Öffentlichkeit tritt, so dürfte es im Interesse der gedeihlichen Fortentwicklung dieser Anstalten liegen, wenn von seiten der Herren Fachlehrer und Fachgenossen durch neue Anregungen und durch Mitteilung von Erfahrungen dem Verfasser Gelegenheit geboten würde, das vorliegende kleine Werk möglichst immer besser und stets der Wichtigkeit dieses bedeutsamen Faches entsprechend auszugestalten. Für jede Mitteilung wird der verbindlichste Dank im voraus ausgesprochen.

Schau.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Nachdem die erste Auflage des vorliegenden Leitfadens sowohl in der Fachpresse als auch im Kreise der Herren Fachkollegen eine gute Aufnahme gefunden hat, übergebe ich die zweite Auflage der Öffentlichkeit und hoffe, daß es mir gelungen ist, durch Vornahme einer Reihe von Verbesserungen den Leitfaden in seiner jetzigen Gestalt für seinen Zweck noch brauchbarer zu gestalten. Die von mehreren Seiten vorgebrachten Anregungen, für welche ich herzlich danke, wurden nach Möglichkeit berücksichtigt. Vor allem habe ich das wichtige Gebiet des Oberbaus durch eine Reihe von Abbildungen ergänzt, zumal gerade für dieses der Wunsch um Vermehrung der Skizzen ein

einheitlicher war. Sämtliche wichtigeren Neuerungen, soweit sie sich bewährt haben und in den Rahmen dieses Leitfadens gehören, sind eingehend besprochen worden; auf weniger wichtige wurde kurz hingewiesen. Zu meinem Bedauern konnten einige Anregungen um eingehendere Besprechungen einzelner Abschnitte und Vermehrung der Skizzen nicht berücksichtigt werden, da ein bestimmter Umfang des Leitfadens immerhin mit Hinweis auf unterrichtliche Rücksichtnahmen nicht überschritten werden darf. Da an den meisten Schulen, denen Tiefbauabteilungen angegliedert sind, das Weinitzschkesche Modell einer Sicherungsanlage, sowie die von Siemens und Halske verfertigten vorzüglichen Schulmodelle vorhanden sind, so ist von einer weiteren Beifügung von Skizzen konstruktiver Art im Abschnitt Sicherungswesen abgesehen worden. Ich darf wohl fernerhin um die schätzungswerte Unterstützung der Herren Fachgenossen und Kollegen bitten.

Essen, im Januar 1911. **Schau.**

Vorwort zur dritten Auflage.

Das freundliche Interesse, welches an dem vorliegenden Leitfaden auch bei der zweiten Auflage genommen wurde, hat es ermöglicht, bereits nach kurzer Zeit eine dritte Auflage folgen zu lassen. Die Anregungen und Wünsche, welche von mehreren im Eisenbahnwesen führenden Fachleuten geäußert wurden und für deren Übermittlung ich verbindlichst danke, sind, soweit irgend angängig, bei der Neubearbeitung beachtet worden. Den Fortschritten des Eisenbahnwesens ist bei verschiedenen, in Frage kommenden Gebieten weitgehend Rechnung getragen worden, außerdem sind mehrere Neuerungen, die sich bewährt haben, entsprechend berücksichtigt worden. Ich darf wohl die Hoffnung aussprechen, daß der Leitfaden durch die Ergänzungen noch mehr wie bisher an Brauchbarkeit gewonnen hat. Weitere Anregungen von seiten der Herren Fachlehrer und Kollegen werden erbeten; sie werden mit Dank aufgenommen und, soweit es möglich ist, berücksichtigt werden.

Essen, im Mai 1914. **Schau.**

Inhaltsverzeichnis.

I. Allgemeines.

Begriff der Eisenbahn: Unter einer Eisenbahn versteht man im weitesten Sinne einen Verkehrsweg mit eiserner Spurbahn.

Zweck: Die Eisenbahnen dienen dazu, Personen und Güter zu Lande fortzubewegen. Es geschieht dies auf hierzu besonders eingerichteten, mit Spurkranzrädern versehenen Fahrzeugen, unter Verwendung einer nach den jeweiligen Verhältnissen zu wählenden Triebkraft (Dampf, Elektrizität usw.) (Abb. 1).

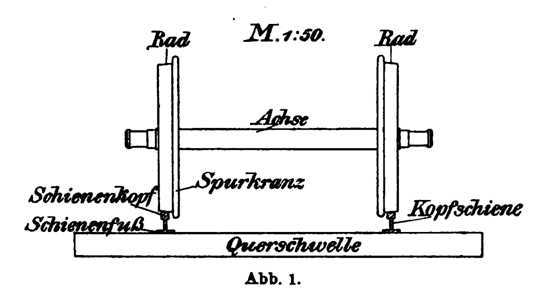


Abb. 1.

Es sollen in diesem Leitfaden nur diejenigen Eisenbahnen besprochen werden, bei welchen die Dampfkraft als Bewegungsmittel benutzt wird.

Vorteile der Eisenbahnen. Hauptsächlich ermöglicht die eiserne Spurbahn infolge ihrer günstigen baulichen Eigenschaften, ihrer Festigkeit und Glätte die Fortschaffung großer Gewichte und bedeutender Massen an Personen und Gütern mit großer Beförderungsgeschwindigkeit. Ferner kommen in Betracht: Billigkeit, Pünktlichkeit, Sicherheit, Regelmäßigkeit und Güte des Verkehrs, günstige Wirkungen auf Industrie, Landwirtschaft und Handel usw.

Nachteile. Verschiebung und Verdichtung des Verkehrs in der Nähe der Bahnlinien auf Kosten anderer, dann verarmender Gegenden, Anwachsen der größeren Städte usw.

II. Geschichtliches.

Die Herstellung eines besonderen Gleises für die Fahrzeuge beruhte auf dem Gedanken, die Fahrbahn aus Sparsamkeitsrücksichten nur so weit aus glatten und möglichst widerstandsfähigen Baustoffen zu errichten, als die unmittelbare Unterstützung der Räder es unbedingt erforderte. Es entstand so das Fahrgleis mit zwei getrennten Fahrsträngen.

Das Maß der Entfernung der Stränge voneinander richtete sich nach dem üblichen Abstande der Räder ein und derselben Wagenachse. Dies Maß heißt die Spurweite (Abb. 2).

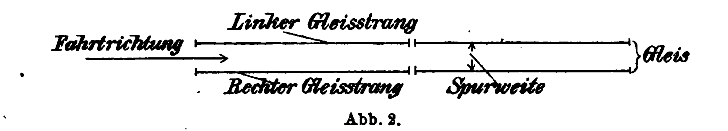


Abb. 2.

Man unterscheidet Vollspurweite (rd. 1,5 m; Ausführlicheres s. S. 4 unter A. und S. 6) und Schmalspurweite (1,0 m; 0,75, m, 0,60 m).

Die Steingleise der alten Griechen mit ausgehöhlten, glatten Rinnen, die Holzbahnen in den Bergwerken Deutschlands und Englands, welche schon von dem 16. Jahrhundert ab benutzt wurden, sind die Vorläufer der heutigen Eisenbahnen.

Die stete Vervollkommnung der Fahrbahn zunächst durch Auflegen von Flacheisen auf die Holzbahn, dann durch gußeiserne Gleisbeläge mit Fahrrinnen, die weitere Ausbildung von vorerst gußeißernen, dann schmiedeeisernen Kopfschienen ermöglichte die Verwirklichung des Ziels, die Bahn von Eisen als Verkehrsträger für große Entfernungen zu machen. Infolge der Verbesserung der Dampflokomotiven durch Einbau von Siederöhren in den Kessel konnte der Engländer George Stephenson bereits im Jahre 1829 die unzweifelhafte Wirtschaftlichkeit einer Eisenbahn klarlegen. Als erste Eisenbahnlinie mit Lokomotivbetrieb wurde 1829 die Strecke Manchester-Liverpool in Betrieb genommen. Im Jahre 1830 dienten in Europa bereits 450 km Eisenbahnen dem öffentlichen Verkehre, von denen etwa 110 km mit Dampflokomotiven ausgerüstet waren. In Deutschland wurde die erste Lokomotiveisenbahn von Nürnberg nach Fürth im Jahre 1835 eröffnet, dieser folgte 1837 die Linie Leipzig-Dresden und in Preußen 1838 eine solche von Berlin nach Potsdam.

Seitdem hat sich das Eisenbahnwesen derart rasch entwickelt, daß nach den Angaben der statistischen Abteilung des Reichseisenbahnamtes in Berlin Ende 1911 auf der Erde sich im ganzen 1057809 km, in Europa 338880 km und in Deutschland 61978 km (darunter 34270 km Hauptbahnen und 27708 km Nebenbahnen einschließlich 2215 km schmalspurige Nebenbahnen; Kleinbahnen sind nicht berücksichtigt s. III) Eisenbahnen befinden.

Der weitaus größte Teil der zurzeit betriebenen Bahnen ist nach den Grundsätzen der Reibungsbahn mit Lokomotivbetrieb ausgebildet. Die Fortbewegung der Fahrzeuge durch die Triebkraft erfolgt hierbei auf dem Gleise lediglich vermöge der Reibung (Adhäsion) zwischen Rad und Schiene ohne jede weiteren Hilfsmittel.

III. Einteilung der Eisenbahnen.

Die Eisenbahnen lassen sich nach den verschiedensten Gesichtspunkten einteilen; die für unsern Zweck wichtigsten sollen im folgenden kurz angedeutet werden.

Man unterscheidet:

1. Nach Art des Baues und Betriebes und den daraus folgenden gesetzlichen Vorschriften und Vereinbarungen:

A. Hauptbahnen,
B. Nebenbahnen,
C. Lokaleisenbahnen (hierzu gehören auch die Kleinbahnen s. S. 6).

Diese Einteilung ist vom Verein der deutschen Eisenbahnverwaltungen (V. D. E. V. vgl. auch Abschnitt V. D.) getroffen worden.

In Deutschland unterscheidet man nach den ergangenen Bestimmungen Hauptbahnen und Nebenbahnen (vollspurige und schmalspurige Nebenbahnen).

Der Begriff Haupt- und Nebeneisenbahn ist in Deutschland gesetzlich festgelegt, in Preußen auch der für Kleinbahnen (vgl. Abschnitt IV).

2. Nach der Beschaffenheit des Geländes:
   A. Flachlandbahnen,
   B. Hügellandbahnen,
   C. Gebirgsbahnen,
   D. Bergbahnen.
3. Nach der Gestaltung der Bahn:
   A. Reibungsbahnen (Adhäsionsbahnen),
   B. Zahnradbahnen mit Zahnradlokomotiven,
   C. Drahtseilbahnen,
   D. Hänge und Schwebebahnen.
4. Nach der Bauart:
   A. nach der Spurweite: Vollspurbahnen und Schmalspurbahnen,
   B. nach der Gleiszahl: eingleisige, zweigleisige (doppelgleisige) und mehrgleisige Bahnen.
5. Nach der Kraftquelle:
   A. Bahnen mit Dampfbetrieb,
   B. Bahnen mit elektrischem Betrieb,
   C. Bahnen mit Druckluft-, mit Gas- oder Petroleumbetrieb,
   D. Bahnen mit Pferdebetrieb: Pferdebahnen.
6. Nach dem Verkehrszweck:
   A. Bahnen für den öffentlichen Verkehr: Personen- und Güterbahnen. Die Benutzung dieser ist jedermann unter gewissen Bedingungen gestattet. Der Betrieb und Verkehr ist auf Grund besonderer Vorschriften genau geregelt.
   B. Bahnen für den privaten Verkehr: Arbeitsbahnen, Fabrikbahnen, Anschlußbahnen, Forstbahnen, Erz-, Kohlen-, Militärbahnen usw. Diese dienen nur den privaten Zwecken; der Betrieb und Verkehr ist ein häufig wechselnder, wesentliche öffentliche Interessen kommen nicht in Frage.
7. Nach der Lage der Linie zum Bahnnetz und nach der Gesamtlinienführung:

   Anschlußbahnen, Zweigbahnen, Verbindungsbahnen, Sack- oder Stichbahnen, Parallelbahnen, Querbahnen, Ring-, Gürtel-, Radialbahnen.
8. Nach der Verwaltung:

   Reichseisenbahnen, Staatseisenbahnen, Militäreisenbahnen, Kreis- und Gemeindebahnen, städtische Bahnen, Privatbahnen.

9. Nach dem weiteren und engeren Verkehrsbezirk:
   Fernbahnen, Vorortbahnen, Stadtbahnen (Straßen-, Hoch-, Unterpflaster- und Untergrundbahnen).
10. Im eisenbahnrechtlichen Sinne:
   a. Eisenbahnen im engeren Rechtssinne, d. h. dem öffentlichen Verkehre dienende Bahnen von einer über örtliche Interessen hinausgehenden wirtschaftlichen Bedeutung,
   b. Kleinbahnen, d. h. dem öffentlichen Verkehre dienende Bahnen von nur örtlicher Bedeutung,
   c. Schienenbahnen, die nicht dem öffentlichen Verkehr dienen.

Bei a. findet noch rechtlich eine Unterscheidung in Haupt- und Nebenbahnen und in Staats- und Privatbahnen statt.

IV. Die wichtigsten Bahngattungen.

Von den im Abschnitte III angegebenen Bahngattungen sind für den vorliegenden Zweck dieses Leitfadens die Haupt- und Nebenbahnen, die Lokal- und Kleinbahnen, sowie die Privatanschlußbahnen die wichtigsten.

Der Unterschied dieser einzelnen Gruppen ergibt sich auf Grund des voraussichtlichen Verkehrs aus der Betriebsweise, ferner aus den für die einzelnen Fälle anzuwendenden gesetzlichen Vorschriften für Bau und Betrieb oder den vereinbarten Bestimmungen (vgl. Abschnitt V). Hierbei spielen die Art der Genehmigungserteilung, die zulässige Fahrgeschwindigkeit, die Maßregeln für die Sicherheit des Betriebs einschließlich der Bahnbewachung und die Landesverteidigung eine Hauptrolle.

Keinesfalls liegt der Unterschied in der Spurweite.

A. Die Hauptbahnen.

Die Hauptbahnen verbinden die wichtigsten Verkehrsmittelpunkte miteinander und dienen dem großen Durchgangsverkehr. Es kommt daher bei Neubauten weit mehr darauf an, einen günstigen, wirtschaftlichen Betrieb zu erzielen, als die Bauausführung auf Kosten des letzteren möglichst billig zu gestalten.

Eine schlanke Linienführung mit geringen Steigungen und schwachen Krümmungen ist, mit Hinweis auf die bedeutende Schnelligkeit der Züge, daher Hauptbedingung.

Die zurzeit größte zulässige Geschwindigkeit für Personenzüge beträgt im allgemeinen 100 km in der Stunde. Dieselbe wird voraussichtlich auf Grund neuerdings vorgenommener Probefahrten noch erhöht werden.

Die Hauptbahnen haben stets die normale Vollspur, welche fast überall, zwischen den Innenkanten der Schienenköpfe gemessen in geraden Gleisen 1,435 m beträgt (Abb. 3). (Nur Rußland hat eine Spurweite von 1,524 m, Frankreich von 1,440 m).

Die meisten Hauptbahnen sind zweigleisig, sie haben infolge der schweren Zugmaschinen und der großen zulässigen Geschwindigkeit den kräftigsten Oberbau. Wegübergänge und Gleiskreuzungen in Schienenhöhe sind möglichst zu vermeiden. Das Signal- und Sicherungswesen ist aufs beste ausgebildet, der Bahnbewachungsdienst wird streng gehandhabt. Alle Zuggattungen werden gefahren.

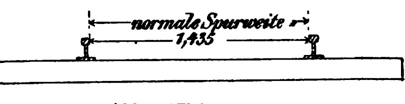


Abb. 3. Vollspur.

B. Die Nebenbahnen.

Die Nebeneisenbahnen sind vollspurige (in Deutschland auch schmalspurige, von 1,00 m und 0,75 m Spurweite vgl. S. 2), mittels Dampfkraft durch Lokomotiven betriebene, dem öffentlichen Verkehr dienende Eisenbahnen, auf welche die Betriebsmittel der Hauptbahnen übergehen können, und bei welchen in Deutschland die höchste zulässige Fahrgeschwindigkeit 40 km, mit Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde 50 km in der Stunde betragen darf. Letztgenannter Größtwert darf nach den Vereinbarungen des V. D. E. V. nicht überschritten werden. (Die Landesaufsichtsbehörde ist in Preußen der Minister, die Aufsichtsbehörde der Eisenbahndirektionspräsident für die Staatseisenbahnen innerhalb des ihm unterstellten Eisenbahndirektionsbereiches, für Privatbahnen der Eisenbahnkommissar, s. S. 7.)

Wegen der geringen Geschwindigkeit und wegen des auf den Nebenbahnen zu führenden einfachen Betriebes sind erleichternde Bestimmungen zulässig. Die Nebenbahnen vermitteln im allgemeinen den Anschluß weniger dicht bevölkerter Gegenden und kleinerer, wirtschaftlich wichtiger Gebiete an die Hauptbahnen. Größere Steigungen, schärfere Krümmungen ermöglichen ein gutes Anschmiegen an das Gelände und eine Verbilligung des Baues durch Erzielung geringer Erdarbeiten und Vermeidung teurer Kunstbauten.

Die Absperrung der Bahn fällt meist fort, die Bewachung der Wegübergänge in Schienenhöhe erfährt wesentliche Erleichterungen (Klingelbahnen); der Betrieb wird daher ebenfalls billiger.

Zugzahl und Zuglänge sind meist gering; das Signal- und Sicherungswesen bleibt in der Regel auf die notwendigen Maßregeln beschränkt.

Für Haupt- und Nebenbahnen gilt in Preußen das Gesetz über die Eisenbahnunternehmungen vom 3. November 1838 (s. unter Abschnitt V. C.). Nach diesem ist zum Bau einer Eisenbahn obiger Gattungen die Genehmigung des Königs erforderlich. Die Prüfung und Feststellung des Entwurfs erfolgt durch den Minister der öffentlichen Arbeiten.

Für Schmalspurbahnen gelten die auf die Nebenbahnen anzuwendenden Bestimmungen der für Deutschland maßgebenden Bau- und Betriebsordnung für Haupt- und Nebenbahnen (s. Näheres Abschnitt V, B. S. 9) für die Bahnanlagen und Fahrzeuge nur soweit dies daselbst besonders vermerkt ist.

C. Die Lokaleisenbahnen.

Die Lokaleisenbahnen sind vollspurige oder schmalspurige Bahnen untergeordneter Bedeutung, welche dem öffentlichen Verkehre, jedoch vorwiegend dem Nahverkehre zu dienen haben, mittels Maschinenkraft betrieben werden, und bei welchen in der Regel die Fahrgeschwindigkeit von 35 km in der Stunde an keinem Punkte der Bahn überschritten werden darf.

Insofern vollspurige Lokaleisenbahnen sich an Haupt- oder Nebeneisenbahnen anschließen und dem Güterverkehre dienen, ist zu empfehlen, sie für den Übergang von Wagen dieser Bahnen einzurichten.

Zu den Lokaleisenbahnen gehören auch die Kleinbahnen. Nach dem preußischen Gesetze über die Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen vom 28. Juli 1892 sind Kleinbahnen die dem öffentlichen Verkehre dienenden Eisenbahnen, welche wegen ihrer geringen Bedeutung für den allgemeinen Eisenbahnverkehr dem obenerwähnten Gesetze über die Eisenbahnunternehmungen vom Jahre 1838 nicht unterliegen. Die Entscheidung darüber, ob diese Voraussetzung zutrifft, unterliegt dem Staatsministerium.

Kleinbahnen sind Bahnen, welche hauptsächlich den örtlichen Verkehr innerhalb eines Gemeindebezirks oder benachbarter Gemeindebezirke vermitteln, sowie Bahnen, welche nicht mit Lokomotiven betrieben werden.

Es gehören also hierzu auch die Straßenbahnen, gleichviel welche Betriebskraft (Pferde, Dampf, Elektrizität, Gas) sie besitzen.

Für Kleinbahnen, die mit Maschinen betrieben werden, gelten die Grundzüge für Lokaleisenbahnen. Die größte zulässige Geschwindigkeit beträgt bei diesen daher 35 km in der Stunde.

Die Bau- und Betriebsvorschriften sind sehr einfache. Die Baukosten sind sehr gering zu halten, daher ist auch die Mitbenutzung von Kunststraßen und öffentlichen Wegen unter gewissen Voraussetzungen gestattet.

Außer der Normalspur sind die Spurweiten: 1,000 m; 0,750 m und 0,600 m zulässig, die man als Schmalspurweiten bezeichnet. (s. S. 2.)

Die Wahl der Spurweite für den Neubau einer Kleinbahnlinie ist meist abhängig von den verfügbaren Geldmitteln, von der Wirtschaftlichkeit der Anlage, von den Rücksichten auf die Landesverteidigung.

Die Annahme einer größer als unbedingt erforderlichen Spurweite stellt die Bauwürdigkeit einer Kleinbahn vielfach in Frage und vereitelt die Ausführung.

Die Kleinbahn erhält zweckmäßig Vollspur, wenn ihre Güterwagen auf die Haupt- oder Nebenbahn unmittelbar übergehen sollen, wenn ihre Bahnlänge gering ist, wenn ein späterer Ausbau zu einer Bahn höherer Gattung in Aussicht steht; letzteres wird stets dann eintreten, wenn eine lebhafte Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs zu erwarten ist.

Die Meterspur eignet sich bei vorwiegendem Personenverkehr, so wird dieselbe u. a. vielfach bei städtischen Straßenbahnen angeordnet; aber auch für den Güterverkehr kann bei ihrer Anwendung noch eine zweckmäßige Ausnutzung erfolgen.

Die 75-Zentimeterspur gelangt hauptsächlich da zur Verwendung, wo die Geldmittel knapp sind, wo die Bahn fast ausschließlich dem Güterverkehr zu dienen hat (Bergbau, Landwirtschaft), wo schwierige Geländeverhältnisse möglichst scharfe Bögen notwendig machen.

Die 60-Zentimeterspur besitzt nur eine sehr geringe Betriebssicherheit. Störungen können bei ungünstigen Witterungsverhältnissen leicht eintreten (Standfähigkeit gegen Wind ist sehr gering).

Man verwendet sie dann, wenn die Betriebsmittel auf Feldbahngleise übergehen sollen (Rüben-, Wald- und Arbeitsbahnen). Neuerdings hat der Bau von 60-cm-Spurbahnen infolge Verbesserungen und Verstärkungen des Oberbaues, sowie der Betriebsmittel einen bedeutenden Aufschwung genommen (Bairabahn, Bahnen in Deutsch-Südwestafrika, Darjeeling-Himalaya-Bahn).

Die Genehmigung zum Bau einer Kleinbahn mit Maschinenkraft wird im allgemeinen in Preußen von dem Regierungspräsidenten im Einvernehmen mit der von dem Minister der öffentlichen Arbeiten bezeichneten Eisenbahnbehörde (Eisenbahndirektion) erteilt; für die übrigen Fälle bei Verwendung anderer Betriebskräfte ist ebenfalls eine gesetzliche Regelung getroffen.

Die allgemeinen Vorschriften über Bahnanlagen und Fahrzeuge der Kleinbahnen werden in Deutschland von der Landesaufsichtsbehörde erlassen.

D. Privateisenbahnen und Privatanschlußbahnen.

Die Privateisenbahnen sind Bahnen aller Art, die sich nicht im Besitze des Staates befinden. Sie werden in Preußen durch die Präsidenten der Königlichen Eisenbahndirektionen überwacht. Die Präsidenten werden vom Minister der öffentlichen Arbeiten hierzu bestimmt und sind in dieser Eigenschaft Königliche Eisenbahnkommissare. Zu den Privateisenbahnen gehören auch die Privatanschlußbahnen.

Privatanschlußbahnen sind Bahnen, welche dem öffentlichen Verkehre nicht dienen, aber mit Eisenbahnen, welche dem Eisenbahngesetze vom Jahre 1838 unterliegen oder mit Kleinbahnen derart in unmittelbarer Gleisverbindung stehen, daß ein Übergang der Betriebsmittel stattfinden kann. Sie bedürfen, falls sie für den Betrieb mit Maschinen eingerichtet werden sollen, zur baulichen Herstellung und zum Betriebe behördlicher Genehmigung.

V. Amtliche Vorschriften und Vereinbarungen.

Der größte Teil der Eisenbahnen Deutschlands befindet sich in den Händen des Staates (Staatsbahnen); nur etwa 7% sind Privatbahnen. Infolgedessen ist eine bis in die Einzelheiten durchgeführte, genaue Wirtschaftlichkeit angängig, ohne daß dabei die Sicherheit des Betriebes, die Güte der Bauausführungen aus falsch angebrachter Sparsamkeit zu leiden haben; den neuen Anforderungen der Technik und den Interessen aller Bevölkerungsschichten wird vollständig Rechnung getragen.

Die Erträgnisse der Staatsbahnen sind ungemein hoch und wachsen von Jahr zu Jahr; sie bilden einen wesentlichen Teil der Staatseinnahmen.

Die wichtigsten deutschen Staatsbahnen sind: die preußisch-hessischen (Preußisch-Hessische Eisenbahngemeinschaft), die sächsischen, bayrischen, württembergischen, badischen, oldenburgischen und mecklenburgischen Staatsbahnen.

Die Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen, welche dem Deutschen Reiche gehören, sind ebenfalls als Staatsbahnen zu bezeichnen.

Im Laufe der Zeit sind nun eine große Anzahl von amtlichen Vorschriften erschienen, welche für den Bau und Betrieb der Eisenbahnen von großer Wichtigkeit sind. Dieselben zerfallen in:

Vertragsbestimmungen, Gesetze, amtliche Bestimmungen und private Vereinbarungen.

Die wichtigsten derselben sollen, soweit sie für Deutschland und insbesondere für Preußen in Frage kommen, im folgenden angegeben werden; die in den einzelnen Abschnitten gegebenen Abkürzungsbezeichnungen werden späterhin im Texte benutzt werden.

A. Vertragsbestimmungen zwischen den deutschen und andern Staaten.

Bestimmungen betreffend die technische Einheit im Eisenbahnwesen (Berner Vereinbarungen), angenommen von den meisten Staaten Europas. Sie enthalten Vereinbarungen über Spur, Achsen-, Räder, Zug- und Stoßvorrichtungen, Wagenbezeichnung usw. . . . . T. E.

B. Amtliche Bestimmungen für das Gebiet des Deutschen Reiches.

Es sind dies teils Reichsgesetze, teils Erlasse des Bundesrates auf Grund der Reichsverfassung, deren Beachtung allen folgenden Bestimmungen voranzugehen hat. Die Ausführung dieser Bestim-

mungen und Gesetze überwacht das Reichseisenbahnamt (R.-E.-A.) in Berlin, welches demnach eine beaufsichtigende Behörde ist (Reichsaufsichtsbehörde).

Die wichtigsten sind:

1. Die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für die Haupt- und Nebeneisenbahnen Deutschlands vom 4. November 1904. **B. O.**

   Sie enthält außer allgemeinen Festsetzungen solche über die Bahnanlagen und Fahrzeuge, über Bahnbetrieb und Bahnpolizei, ferner Bestimmungen für das Publikum und 4 Anlagen als zeichnerische Ergänzung zum Text.

2. Die Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands . . **S. O.**

   Ihr Inhalt erstreckt sich auf allgemeine Bestimmungen, Läutesignale, Wärtersignale, Hauptsignale, Vorsignale, Signale am Wasserkran, Weichen- und Gleissperrsignale, Signale am Zuge und einzelnen Fahrzeugen, Signale des Zugpersonals und Rangiersignale.

3. Die Verkehrsordnung für die Eisenbahnen Deutschlands. **V. O.**

   Diese enthält Festsetzungen über die Beförderung von Personen, Leichen, Tieren, Gütern.

C. Landesgesetze und Vorschriften der Landesaufsichtsbehörde für Preußen.

a. Gesetze.

1. Das Gesetz über die Eisenbahnunternehmungen vom 3. November 1838.
2. Das Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen. **K. Gz.**
3. Das Gesetz über Enteignung von Grundeigentum vom 11. Juni 1874 . . . . **E. Gz.**

b. Vorschriften.

1. Vorschriften für allgemeine Vorarbeiten von Eisenbahnen (1897) . . . . **V. f. V.**

   Durch diese wird festgelegt, wie die Vorarbeiten vorzunehmen und in welcher Form die Vorlagen dem Minister vorzulegen sind.

2. Anweisung für das Entwerfen von Eisenbahnstationen mit besonderer Berücksichtigung der Stellwerke (1905) . . **A. f. S.**

   Diese enthält
   a. die allgemeinen Grundlagen für Anordnung und Umfang der Bahnhofsentwürfe, erläutert die Anordnung der Gleise und Weichen, die Gestaltung und Darstellung der Anlagen für den Personen- und Güterverkehr, sowie der sonstigen baulichen Anlagen;
   b. ferner die allgemeinen Gesichtspunkte über das Entwerfen der Stellwerke, Anordnung der Signale und Stellwerke, sowie der baulichen Einrichtung und Darstellung einschließlich der Verschlußtafeln.

3. Grundsätze und Grundrißmuster für die Ausstellung von Entwürfen zu Stationsgebäuden (1901), Lokomotiv- und Güterschuppen (1901 bzw. 1899).

4. Grundzüge für die Erbauung von Wasserstationen zur Speisung der Lokomotiven (1893).
5. Die Oberbauordnungen und die Anweisung für das Verlegen des Oberbaus (1902).
6. Vorschriften für die Herstellung, Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues (1909).
7. Die Weichen der Preußischen Staatsbahnen (1903).
8. Grundsätze für die Ausführung elektrischer Blockeinrichtungen (1899).
9. Ausführungsanweisung zum Kleinbahngesetz. . . . **K. Gz. A.**

Diese Vorschriften werden vom Minister der öffentlichen Arbeiten erlassen, welcher zugleich Landesaufsichtsbehörde für alle preußischen Bahnen ist.

D. Private Vereinbarungen.

Die privaten Bestimmungen werden getroffen vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen, welchem sämtliche deutsche, österreichische, ungarische, luxemburgische, ferner einige belgische und holländische, sowie rumänische Staatsbahnen, außerdem die Warschau-Wiener Eisenbahn angehören.

Dieser wichtige Verein hat den Zweck, durch gemeinsame Beratungen und gemeinsames Handeln das eigne Interesse und dasjenige der Allgemeinheit zu fördern, die Herstellung gemeinsamer Einrichtungen für Personen- und Güterverkehr zu veranlassen, die Beseitigung der Schwierigkeiten, welche aus dem Bestehen zahlreicher verschiedener Verwaltungen für den Verkehr erwachsen, herbeizuführen.

Es entstanden aus diesen Beweggründen:

1. Die Technischen Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen. . . **T. V.**

   Ihr Inhalt erstreckt sich auf:

   a. Bahnbau: Allgemeine Bestimmungen, Bau der freien Strecke, Bau der Stationen.
   b. Betriebsmittel: Allgemeine Bestimmungen, solche über Lokomotiven, Tender, Wagen.
   c. Betriebsdienst: Bahn- und Fahrdienst.
   d. Signalwesen.

   Sie enthalten zum Teil **bindende**, zum Teil **nur als Regel** geltende Vorschriften. Die ersteren müssen befolgt werden, sofern durch die oberste staatliche Aufsichtsbehörde anderweitige Festsetzungen nicht ergehen.

2. Die Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen. . . . . **Gz. f. L.**

   Sie behandeln den gleichen Stoff wie die T. V.

VI. Die wichtigsten einleitenden eisenbahntechnischen Begriffe auf Grund der amtlichen Vorschriften.

A. Einteilung, zulässige Geschwindigkeit und Achszahl der Züge.

Zur Abwicklung des auf den Eisenbahnen vorhandenen Verkehrs dienen Fahrzeuge verschiedener Art, und zwar Lokomotiven, Tender, Personen-, Post-, Gepäck- und Güterwagen, welche in dieser Gesamtheit Betriebsmittel genannt werden. Diese werden nach Bedarf zusammengestellt und gehen als Züge (geschlossene Züge) auf die freie Strecke.

Als Züge im Sinne der B. O. sind außer diesen auch einzeln fahrende Lokomotiven und Triebwagen anzusehen (B. O. § 54).

Die vorwiegend zur Personenbeförderung dienenden Züge gelten als Personenzüge, die vorwiegend zur Güterbeförderung bestimmten als Güterzüge; die ersteren können zur Güterbeförderung, die letzteren zur Personenbeförderung mit benutzt werden (gemischte Züge).

Außerdem werden noch Schnellzüge (unter diese fallen die D- und die Luxuszüge) gefahren, das sind Züge (zuschlagspflichtige) für den großen Durchgangsverkehr mit großer Fahrgeschwindigkeit, die nur auf den wichtigsten Stationen halten, ferner Eilzüge, das sind beschleunigte Personenzüge (zuschlagsfreie), welche ebenfalls nicht auf allen Stationen halten, mit mehr örtlicher Bedeutung, weiter Militärzüge, Arbeitszüge, Viehzüge, Eilgüterzüge.

Man unterscheidet regelmäßig verkehrende (auch fahrplanmäßige) und nicht regelmäßig verkehrende Züge oder Sonderzüge. Zu letzteren gehören die nicht regelmäßig verkehrenden Vor- und Nachzüge, die Bedarfszüge, die Arbeitszüge, die Lokomotivfahrten, die Probefahrten. Für Sonderzüge ist ein Fahrplan aufzustellen.

Die Zuglänge oder Stärke der Züge richtet sich nach der größten Geschwindigkeit, welche der Berechnung der regelmäßigen Fahrzeit (d. h. derjenigen bei fahrplanmäßiger Fahrt) der betreffenden Zuggattung zugrunde gelegt wird.

Dieselben ergeben sich aus folgender Tabelle:

1. Personenzüge.

Hauptbahnen		Nebenbahnen	
Geschwindigkeit	Zuglänge	Geschwindigkeit	Zuglänge
a. bis zu 50 km in der Stde.	≤ 80 Achsen	e. bis zu 30 km in der Stde.	≤ 80 Achsen
b. v. 51—60 „ „ „ „	≤ 60 „	f. v. 31—40 „ „ „ „	≤ 40 „ (48)
c. v. 61—80 „ „ „ „	≤ 52 „ (60)	g. > 40 „ „ „ „	≤ 26 „ (30)
d. > 80 „ „ „ „	≤ 44 „ (52)		

Führen die Züge 6achsige Wagen, so können die Achszahlen für jedes solches Fahrzeug um 2 Achsen überschritten werden, dürfen jedoch die unter c., d., f. und g. in Klammer beigefügten Höchstwerte nicht überschreiten.

2. Güterzüge.

Hauptbahnen		Nebenbahnen	
Geschwindigkeit	Zuglänge	Geschwindigkeit	Zuglänge
a. ≦ 45 km in der Stde.	≦ 120 Achsen	e. ≦ 30 km in der Stunde	≦ 120 Achsen
b. v. 46—50 „ „ „ „	≦ 100 „		
c. v 51—55 „ „ „ „	≦ 80 „		
d. v. 56—60 „ „ „ „	≦ 60 „		

Auf Bahnen mit günstigen Steigungs- und Krümmungsverhältnissen und ausreichenden Bahnhofsanlagen kann die Landesaufsichtsbehörde für Güterzüge mit einer Geschwindigkeit bis zu 45 km in der Stunde auf Hauptbahnen 150 Wagenachsen zulassen.

Militärzüge und solche Güterzüge, die regelmäßig zur Personenbeförderung mitbenutzt werden, dürfen bis 110 Achsen stark sein, jedoch ist dann bei Hauptbahnen nur eine Höchstgeschwindigkeit von 45 km, bei Nebenbahnen von 30 km zulässig.

Die Zuglänge bei Lokaleisenbahnen ist nach § 96 der Gz. f. L. nach den Steigungsverhältnissen der Bahn, den Einrichtungen der Stationen, sowie der Bauart der Fahrzeuge zu bemessen.

Es wird empfohlen, die Belastung der Züge auf die Zugkraft einer Lokomotive zu beschränken.

Im allgemeinen beträgt die größte zulässige Geschwindigkeit v_{max} in der Stunde für Hauptbahnen nach B. O. § 66:

a. bei Personenzügen
   1. ohne durchgehende Bremse 60 km,
   2. mit durchgehender Bremse 100 km.

   Unter besonders günstigen Bedingungen kann die Landesaufsichtsbehörde höhere Geschwindigkeiten zulassen.

b. für Güterzüge 45 km.

   Unter besonders günstigen Verhältnissen können mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde 60 km zugelassen werden.

c. für Arbeitszüge 45 km.

d. für einzelne Lokomotiven 50 km (Ausnahmen ebenfalls bedingungsweise gestattet).

e. für Probefahrten unbegrenzt.

Die größte zulässige Geschwindigkeit beträgt bei Nebenbahnen:

a. im allgemeinen 30 km,

b. bei Personenzügen mit durchgehender Bremse 40 km.

   Mit Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde können 50 km zugelassen werden.

Diese Zahlenwerte haben ohne weiteres Gültigkeit für gerade, und zwar wagrechte, oder steigende Bahnstrecken.

Auf Gefällstrecken können dieselben bei flachen Neigungen überschritten werden, bei starkem Gefälle dagegen sind niedrigere Höchstwerte vorgeschrieben. Es beträgt z. B. für Hauptbahnen bei Neigungen von $3^0/_{00}$ oder $1:333: v_{max} = 120$ km, bei $25{,}0^0/_{00}$ oder $1:40: v_{max} = 55$ km. Ebenso ist beim Durchfahren von Krümmungen bei großem Krümmungshalbmesser eine Vergrößerung zulässig, bei geringem dagegen eine Verminderung erforderlich, so wird z. B. für Hauptbahnen bei einem Halbmesser

$$R = 1300 \text{ m}: \quad v_{max} = 120 \text{ km},$$
$$R = 300 \text{ m}: \quad v_{max} = 65 \text{ km},$$
$$R = 180 \text{ m}: \quad v_{max} = 45 \text{ km}.$$

Diese zulässigen Werte sind in der B. O. § 66 (3) und (4) gegeben.

Für fallende und zugleich gekrümmte Bahnstrecken gilt der kleinere zulässige Geschwindigkeitswert.

Die von der Zugstärke abhängige Höchstgeschwindigkeit darf, sofern die Verhältnisse es gestatten, zur Einbringung von Verspätungen um $10^0/_0$ erhöht werden, jedoch nicht über die den Neigungen und Krümmungen entsprechenden äußersten Geschwindigkeiten hinaus.

B. Umgrenzung des lichten Raumes (Normalprofil).

Für die unbehinderte Fahrt der Züge muß über und neben den Schienen ein Luftraum freigehalten werden. Über diesen Raum darf unter Berücksichtigung der Schwankungen kein Teil der Betriebsmittel hinausragen, auch darf kein Teil des Bahnkörpers mit seinen Anlagen, wie Einfriedigungen, Gebäuden, Kunstbauten, Bahnsteigen usf. in ihn hineinreichen. Die Umgrenzungslinie dieses mindestens freizuhaltenden Raumes heißt die Umgrenzung oder das Normalprofil des lichten Raumes (Lichtraumprofil).

a. Normalprofil für Haupt- und Nebenbahnen.

Die Umgrenzung des lichten Raumes ist für Haupt- und vollspurige Nebenbahnen die gleiche und auf S. 14 angegeben (Abb. 4 Normalprofil A. u. B.).

Das in Abbildung 4 dargestellte Normalprofil *A* gilt für alle durchgehenden Hauptgleise und die sonstigen Ein- und Ausfahrgleise von Personenzügen.

Hauptgleise sind alle Gleise, die von geschlossenen Zügen im regelmäßigen Betriebe durchfahren werden (mit Ausnahme der nur von einzelnen Lokomotiven benutzten Gleise). Die Hauptgleise der freien Strecke und ihre Fortsetzung durch die Bahnhöfe sind durchgehende Hauptgleise.

Das Normalprofil *B* (Abb. 4) hat Gültigkeit für alle übrigen Gleise (B. O. § 11).

Das Normalprofil erhält wegen der in den letzten Jahren entstandenen Zunahme der Lokomotivbreite und um eine bessere Sicherung des sich etwa

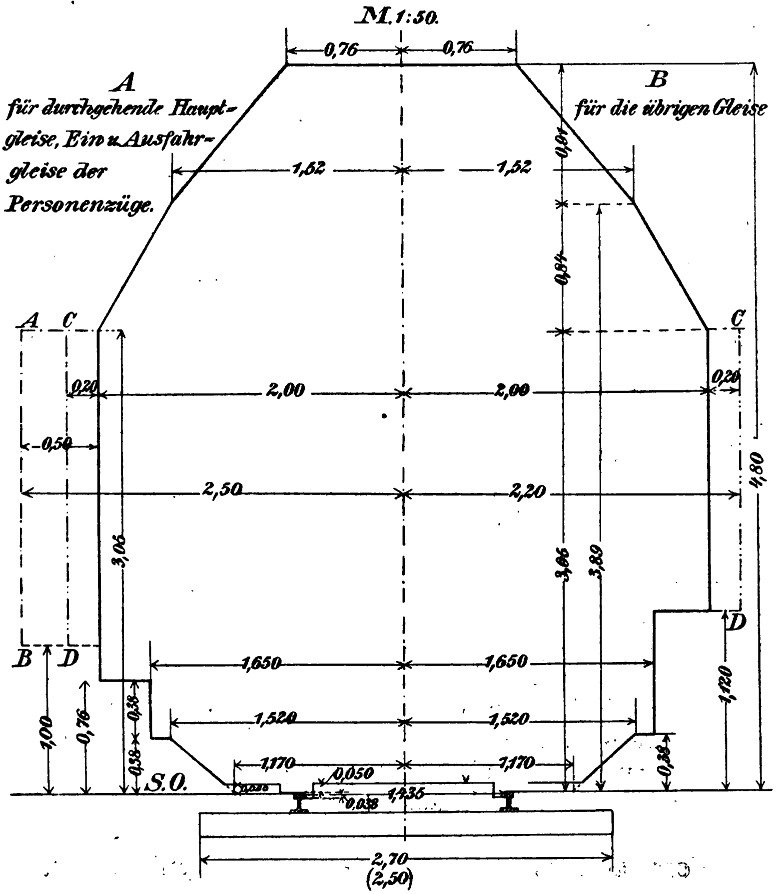


Abb. 4. Umgrenzung des lichten Raumes für Haupt- und Nebenbahnen.

während der Fahrt seitlich vorbiegenden Lokomotivpersonals zu erreichen, bei Neubauten von Hauptbahnen, sowie von Nebenbahnen, die für Beförderung von Militärzügen in Betracht kommen, eine beiderseitige Verbreiterung, welche

a. auf freier Strecke
   1. bei Kunstbauten (Brücken, Tunneln usw.) 0,20 m,
   2. in allen übrigen Fällen (Signalen, Einfriedigungen usw.) 0,50 m;
b. innerhalb der Stationen mindestens 0,20 m beträgt.

Bei durchgehenden Hauptgleisen, den sonstigen Ein- und Ausfahrgleisen der Personenzüge erstreckt die Verbreiterung sich auf eine Höhe von 1,0 m bis 3,05 m, für alle übrigen Gleise auf eine solche von 1,12 bis 3,05 m über Schienenoberkante (S. O.) vgl. Abbildung 4, wo die Linien *AB* und *CD* diese Begrenzung darstellen. Ausnahmen können von der Landesaufsichtsbehörde bzw. Aufsichtsbehörde, besonders für Ladegleise zugelassen werden (Genaueres s. B. O. § 11, 8).

Bei bestehenden älteren Bahnen sollen, sofern keine unüberwindlichen Schwierigkeiten entgegenstehen, als Spielraum.

a. auf freier Strecke, abgesehen von den Kunstbauten, 50 cm

b. innerhalb der Station mindestens 12 cm

durchgeführt werden.

Bei neuauszuführenden Überführungsbauwerken, Bahnsteigdächern u. dgl. ist nach dem Ministerialerlasse vom 16. IX. 1909 in Preußen der oberste Teil des Normalprofils zwischen den Höhen 3,89 m und 4,80 m über Schienenoberkante wie in Abb. 5 angegeben zu verbreitern, so daß die schraffierten Dreiecke von Bauteilen freibleiben. Es wird hierdurch bezweckt, bei etwa späterer Einführung des elektrischen Betriebes die Möglichkeit zu schaffen, die Leitungsdrähte außerhalb der seitlichen oberen Abschrägung des Lichtraumprofils anbringen zu können.

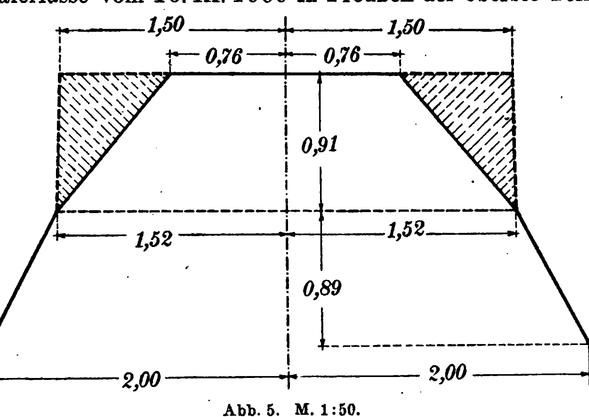


Abb. 5. M. 1:50.

Da in gekrümmten Gleisen eine Vergrößerung der Spurweite (Spurerweiterung) und ein Höherlegen des äußeren Schienenstranges



Abb. 6.

(Überhöhung) aus Betriebsrücksichten sich nötig erweist (Näheres s. S. 28 und S. 30), so muß bei Bemessung des lichten Raumes in Krümmungen auch auf diese Spurerweiterung und Gleisüberhöhung Rücksicht genommen werden. Die Breitenmaße vergrößern sich daher um die Spurerweiterung nach innen, das Umgrenzungsprofil dreht sich um den Überhöhungswinkel, und die Höhenmaße sind somit senkrecht zur Verbindungslinie der Schienenoberkanten zu verstehen (Abb. 6 u. 7).

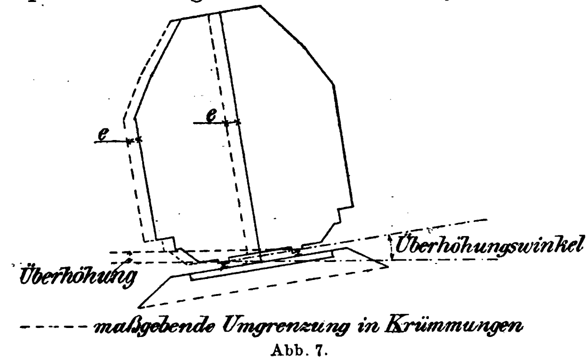


Abb. 7.

Bei **Tunneln** soll neben der Umgrenzungslinie des lichten Raumes bei eingleisigem Profil mindestens 400 mm, bei zweigleisigem mindestens 300 mm Spielraum vorhanden sein, wobei die geänderte Lage des Normalprofils in Krümmungen zu berücksichtigen ist (T. V. § 16).

Für **Bahnüberbrückungen** sind die gleichen Spielräume mit Rücksicht auf Hebungen des Gleises durch Auffrieren, Senkungen und Durchbiegungen der Brückenbauteile zu empfehlen (s. auch Schau, Brückenbau, (Teil I, S. 17).

Die **Spurrinne.** Einen besonders wichtigen Teil des Normalprofils bilden die Spurrinne und deren nächste Umgebung, welche zur ordnungsmäßigen Fortbewegung der Räder freibleiben müssen. Die Spurrinne liegt neben der Fahrschiene nach innen und gewährleistet den erforderlichen Raum für den Spurkranz der Räder, welchem die wagrechte Führung des Fahrzeuges zufällt.

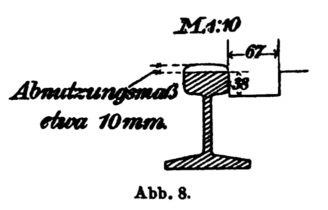


Abb. 8.

Die Tiefe der Spurrinne von 38 mm bei Haupt- und Nebenbahnen muß auch nach erfolgter **stärkster** Abnutzung der Schienen (s. Abb. 8) stets frei bleiben.

Der Abstand *b* zwischen Schieneninnenkante und unbeweglichen Gegenständen, die innerhalb des Gleises bis zu 50 mm über Schienenoberkante hervorragen dürfen (Abb. 8), beträgt im allgemeinen 67 mm. Dieser Abstand kann bei Vorhandensein von Zwangsschienen (vgl. S. 92) allmählich eingeschränkt werden mit Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde bis auf 45 mm, bei Weichen und Kreuzungen bis auf 41 mm. In gekrümmten Gleisen ist auf

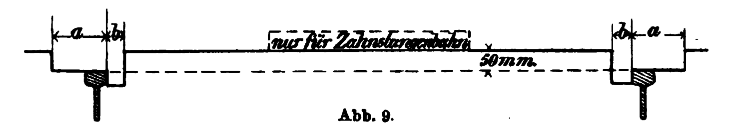


Abb. 9.

die Spurerweiterung, soweit erforderlich, Rücksicht zu nehmen. Im Falle der Kreuzung einer Hauptbahn durch eine der B. O. nicht unterstellte Bahn kann durch die Landesaufsichtsbehörde eine Einschränkung des Maßes von 67 mm gestattet werden, um Schwierigkeiten der Überführung z. B. von Straßenbahnen zu vermeiden.

Der Abstand von a = 150 mm (Abb. 9) zwischen Schieneninnenkante und festen Gegenständen, die außerhalb des Gleises bis zu 50 mm über Schienenoberkante hervorragen, kann auf 135 mm eingeschränkt werden, wenn der Gegenstand mit der Fahrschiene fest verbunden ist (B. O. § 11).

b. Normalprofil für vollspurige Lokalbahnen.

Gehen die Wagen der Hauptbahn auf die Lokalbahn über, so soll bis zur Höhe von 0,760 m über S. O. die für Hauptbahnen vorgeschriebene Umgrenzung des lichten Raumes (vgl. Abb. 4 *A* und *B*) beachtet werden;

die Beibehaltung in dem oberen, über 0,760 m Höhe liegenden Teile wird empfohlen. Für den mittleren Teil, von 0,760 bzw. 1,120 m bis 3,531 m über S. O. ist eine Einschränkung der Breitenmaße von 2,0 m auf 1,725 m zulässig, so daß noch ein Abstand vom Querschnittsmaß der Hauptbahnwagen von 150 mm verbleibt (Abb. 10).

Bei Bahnen, auf welche Fahrzeuge der Haupteisenbahn auf eignen Rädern übergehen, soll der Raum für den Spurkranz mindestens 67 mm breit und 38 mm tief sein. Unter besonderen Verhältnissen kann die Breite auf 45 mm eingeschränkt werden. In gekrümmten Gleisen ist die Spurerweiterung, soweit erforderlich, zu berücksichtigen (Gz. f. L. § 14).

Wenn ein Wagenübergang von der Hauptbahn auf die Lokalbahn nicht stattfindet, so wird die Umgrenzung des lichten Raumes von Fall zu Fall nach den Betriebsmitteln der Lokalbahn bemessen.

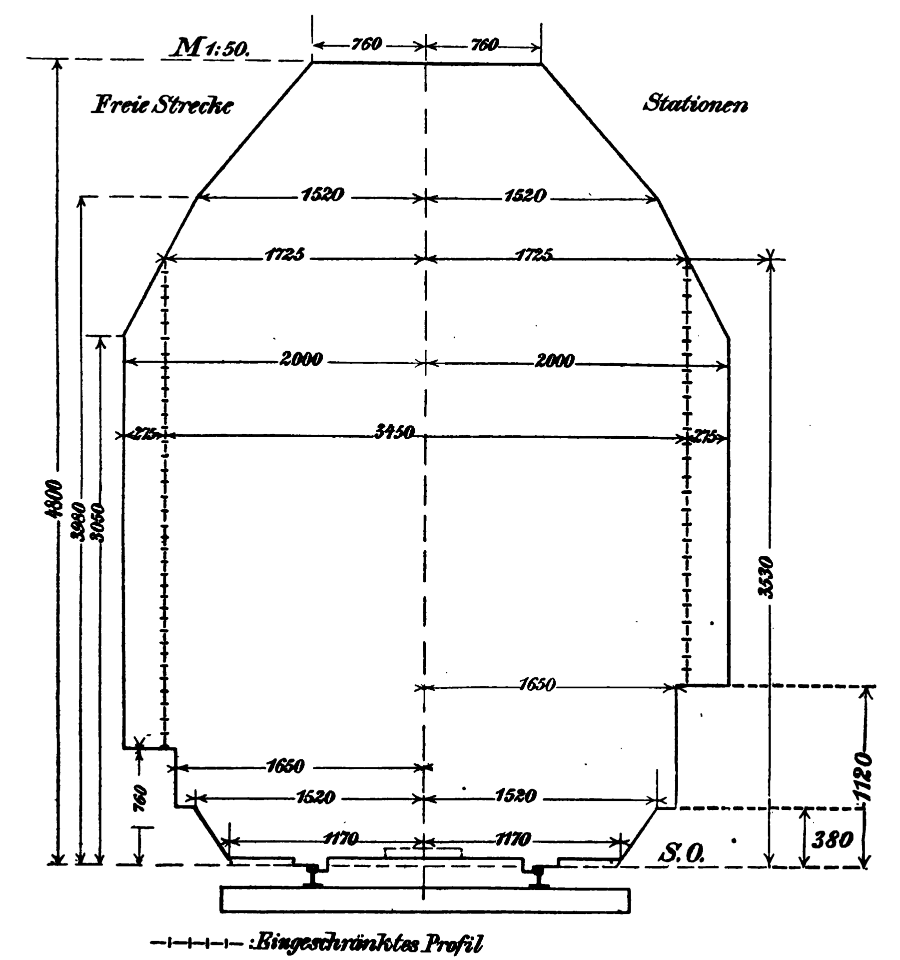


Abb. 10. Umgrenzung des lichten Raumes für vollspurige Lokalbahnen.

c. Normalprofil für Schmalspurbahnen.

Für Schmalspurbahnen geben die in nebenstehenden Abbildungen 11 und 12 eingeschriebenen Abmessungen die Mindestmaße.

Für Meterspur gilt Abb. 11; für 75- und 60-Zentimeterspur Abb. 12, wobei für letztere nur das Maß von 375 mm in 300 mm abzuändern ist.

Die Durchführung der für die Spurweite von 1,00 m festgesetzten Umgrenzung des lichten Raumes ist auch für die Spurweite von 75 cm wünschenswert.

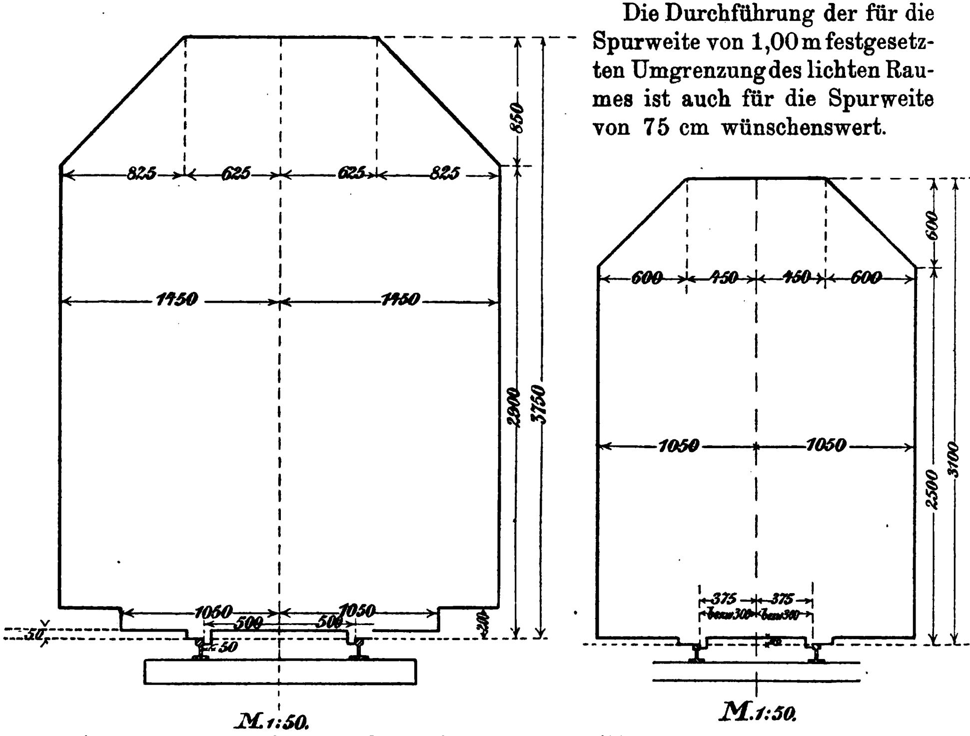


Abb. 11. Umgrenzung des lichten Raumes für Schmalspurbahnen. Spurweite 1,00 m, Spurrinnentiefe 30 mm.

Abb. 12. Umgrenzung des lichten Raumes für Schmalspurbahnen. Spurweite 0,75 u. 0,60 m, Spurrinnenbreite 40 mm, Tiefe 25 mm.

Für Schmalspurbahnen, auf welchen Wagen der Haupteisenbahnen mittels besonderer Fahrzeuge (Rollschemel, Rollböcke usw., vgl. Teil II, S. 88) befördert werden sollen, ist die Umgrenzungslinie des lichten Raumes für Hauptbahnen von der Unterkante der Radlaufkreise des auf dem Rollschemel oder dgl. stehenden Hauptbahnwagens ab einzuhalten. Sie setzt sich demnach aus zwei Stücken zusammen, aus dem Schmalspurbahnprofil im untern Teile und aus dem für Hauptbahnen im oberen Teile.

In Tunneln soll neben dem Normalprofil überall ein Spielraum von mindestens 200 mm verbleiben (Gz. f. L. § 13).

In Bahnkrümmungen ist der Spurerweiterung und Gleisüberhöhung durch angemessene Erweiterung der Umgrenzung des lichten Raumes Rechnung zu tragen (Gz. f. L. § 23).

C. Gleisabstand.

Unter Gleisabstand vorsteht man die Entfernung zweier nebeneinander liegender Gleise, von Gleismitte (Gleisachse) zu Gleismitte gemessen (vgl. Abb. 13).

Auf freier Strecke muß der Abstand von Doppelgleisen (Gleispaaren derselben Betriebslinie) mindestens 3,5 m betragen (Abb. 14).

Der Abstand der nächstliegenden Gleise von Gleispaaren (Abb. 15) oder zwischen einem Gleispaare und einem dritten Gleise (Abb. 16) muß mindestens 4,0 m betragen, auch werden bei eingleisigen Strecken etwa nebeneinander laufende Gleise verschiedener Betriebslinien im Abstand 4,0 m geführt.

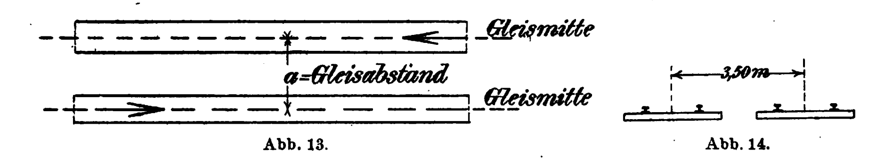


Abb. 13. Abb. 14.

Da im ersteren Falle bei 3,5 m Gleisentfernung der Gleisabstand geringer bemessen ist als dem Normalprofil entspricht, so empfehlen die T. V. § 31 bei Neubauten dieselbe auf mindestens 4,0 m zu erhöhen (in Sachsen auch bereits ausgeführt).

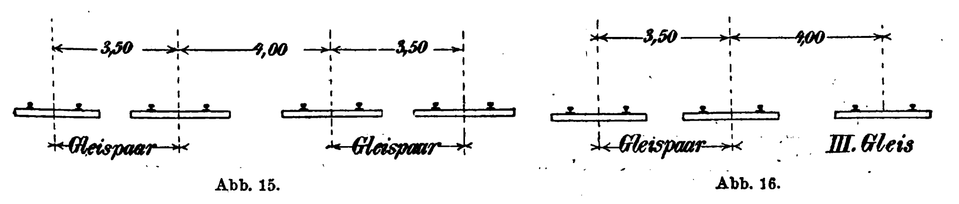


Abb. 15. Abb. 16.

Auf Bahnhöfen beträgt die Gleisentfernung, abgesehen von den Überladegleisen, im allgemeinen mindestens 4,5 m (B. O. § 12). Näheres s. unter Anlage von Bahnhöfen.

Bei vollspurigen Lokalbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, soll der Gleisabstand auf der freien Strecke mindestens 4,0 m betragen.

Bei andern vollspurigen, sowie bei schmalspurigen Bahnen soll die Entfernung der Gleise so groß sein, daß der lichte Raum über jedem Gleise nach der festgesetzten Umgrenzungslinie frei bleibt s. c. S. 18. Es wird empfohlen, diese Entfernung so groß zu machen, daß zwischen den breitesten Fahrzeugen bzw. Ladungen nach ein freier Raum von mindestens 500 mm Breite verbleibt (Gz. f. L. § 26).

Bei vollspurigen Lokalbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, ist auf Stationen ein Gleisabstand von 4,0 m noch zulässig. Für

Gleise, zwischen denen eingestiegen wird, ist ein Abstand von 4,50 zulässig. Auf Vollspurbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn nicht übergehen, und auf Schmalspurbahnen soll der Gleisabstand mindestens gleich der um 600 mm vermehrten Wagen- oder Ladebreite sein (Gz. f. L. § 32).

Bei Gleisen schmalspuriger Kleinbahnen, zwischen denen Personen ein- und aussteigen, ist als Maß der Vermehrung nicht 600 mm, sondern 1350 mm anzurechnen.

VII. Bahngestaltung.

A. Der Bahnkörper.

1. Allgemeines.

Die von den Fahrzeugen ausgeübten, senkrechten und wagrechten Kräfte werden zunächst von den Schienen aufgenommen, von diesen auf die Schienenunterlagen, zumeist Schwellen, übertragen und vermittels der Bettung auf dem Erdkörper weitergeführt.

Schienen, Schwellen und Bettung bilden den Oberbau der Bahn. Die Bettung ruht auf dem Unterbau.

Dieser wird meist durch einen Erdkörper (Damm, Einschnitt, Anschnitt) gebildet, vielfach werden aber auch Brücken, Durchlässe, Tunnel zur Ausgleichung der Unebenheiten des Geländes nötig. Auch können zum Unterbau alle Baulichkeiten zugezählt werden, welche die Bahnanlagen gegen Einflüsse der Naturkräfte schützen sollen (Entwässerungsanlagen, Schneeschutzanlagen usw.) oder eine unbefugte Benutzung zu verhindern haben (Einfriedigungen, Schranken, Wegübergänge usw.).

Oberbau und Unterbau zusammen bilden den Bahnkörper.

2. Querschnittsanordnung des Bahnkörpers.

a. Die Kronenbreite.

Die obere Begrenzung der Bettung bezeichnet man im allgemeinen als Bahnkrone.

Unter gedachter (ideeller) Kronenbreite b (vgl. Abb. 17) versteht man die (gedachte) Entfernung zwischen den Schnittpunkten einer durch die Schienenunterkante gezogenen Geraden und den verlängerten anderthalbfachen Böschungen des Erdkörpers.

Nach B. O. § 8 soll jeder dieser Schnittpunkte von der nächsten Gleismitte bei Hauptbahnen mindestens 2,0 m entfernt sein (Abb. 17 Abstand a).

Für Nebenbahnen ist nach T. V. § 32 diese Entfernung auf $\geq$ 1,75 m festgesetzt.

Für vollspurige Lokalbahnen ist nach den Gz. f. L. § 27 $a \geqq 1{,}50$ m, für Schmalspurbahnen nicht weniger als das Maß der Spurweite hier-

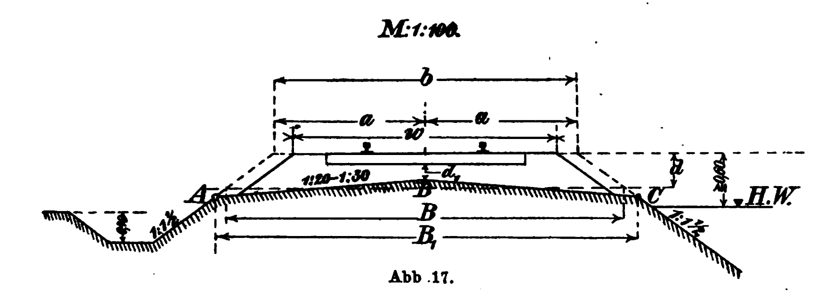


Abb. 17.

für anzunehmen. Für schmalspurige Kleinbahnen soll a gleich dem mindestens um 0,10 m vergrößertem Maß der Spurweite sein.

Bei hohen Dämmen, sowie auf der äußeren Seite scharfer Krümmungen ist die Kronenbreite entsprechend zu vergrößern.

Zur Ausführung gelangt in Höhe der Schienenunterkante unter Benutzung des Bettungsmaterials ein geringeres Maß der Kronenbreite, welches daher die Bettungsbreite oder auch wirkliche (materielle) Kronenbreite genannt wird (Abb. 17: Maß w).

Für eingleisige Hauptbahnen beträgt die Bettungsbreite 3,30—3,70 m, so daß bei Querschwellenoberbau ein Bettungsmaß von 0,30—0,50 m vor dem Schwellenkopfe bleibt. Nach den Vorschriften für Herstellung, Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues (V. f. O.) der Pr. H. Staatsbahnen beträgt die Bettungsbreite bei Hauptbahnen 3,30 m und bei Nebenbahnen 3,10 m.

b. Die Anordnung des Planums.

Die Oberfläche (Abb. 17. ABC) des Unterbaukörpers, auf welchen die Bettungssohle zu liegen kommt, heißt das Planum.

Für eine gute Herstellung und Unterhaltung des Oberbaus ist eine trockene Bahnkrone von größter Wichtigkeit. Das durch die Bettung eindringende Tagewasser muß, um Aufweichungen und Auffrierungen (Frostbeulen) zu verhüten, von dem Unterbaukörper ferngehalten werden, daher erhält das Planum auf freier Strecke ein seitliches Gefälle von 1 : 20 bis 1 : 30 (1 : 25 bei den Pr. H. Staatsbahnen). Das Gefälle wird im allgemeinen zweiseitig, von der Mitte nach jeder Kante zu laufend, ausgeführt; doch ist in scharfen Bögen eingleisiger Bahnstrecken auch ein einseitiges Quergefälle in dem angegebenen Neigungsverhältnis und entsprechend der seitlichen Neigung des Gleises zulässig, um an Bettungsstoff zu sparen. Diese Anordnung kann auch bei zweigleisigen Bahnen Verwendung finden, um eine möglichst gleichmäßige Höhe der Bettung unter den Schwellen zu erzielen. Ebenso kann ein einseitiges Gefälle bei eingleisigen Bahndämmen

Zweigleisige Hauptbahn.

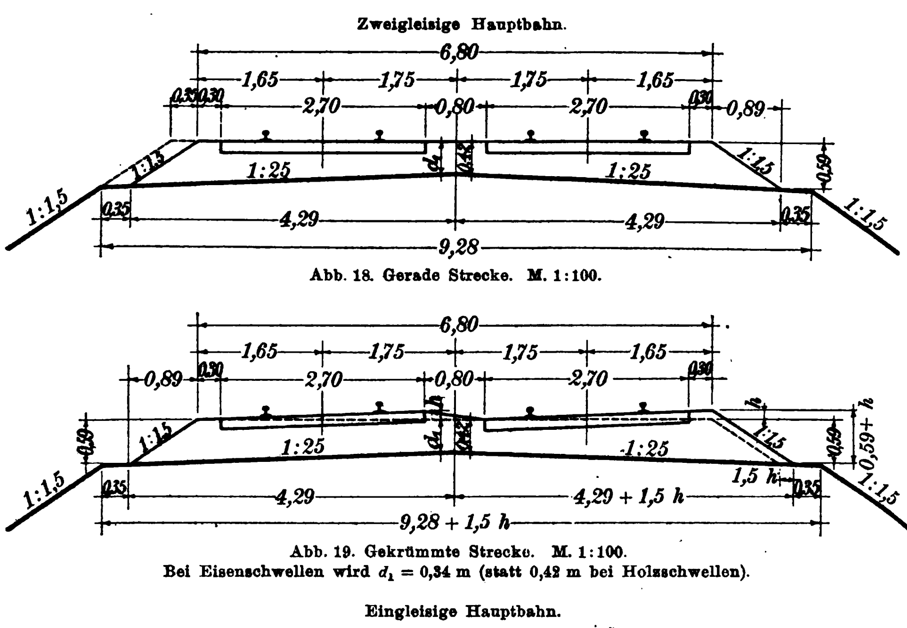


Abb. 18. Gerade Strecke. M. 1:100.

Abb. 19. Gekrümmte Strecke. M. 1:100.
Bei Eisenschwellen wird $d_1 = 0{,}34$ m (statt 0,42 m bei Holzschwellen).

Eingleisige Hauptbahn.

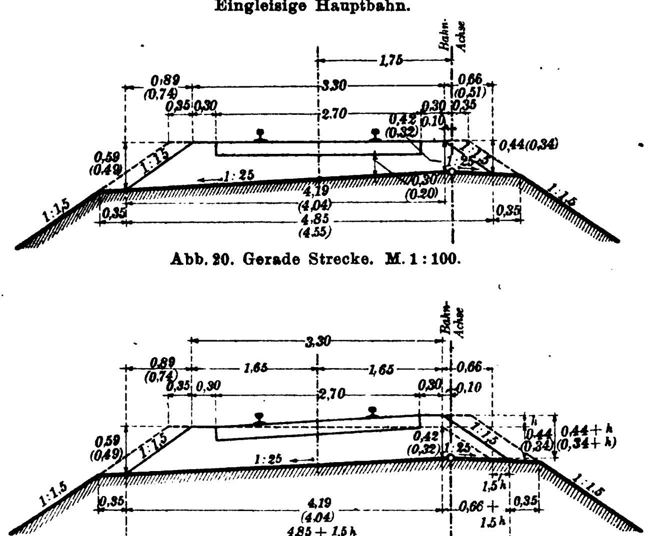


Abb. 20. Gerade Strecke. M. 1:100.

Abb. 21. Gekrümmte Strecke. M. 1:100.

zur Ausführung kommen, sofern deren spätere Erweiterung für zwei Gleise vorgesehen wird. Bei den Pr. H. Staatsbahnen ist diese Ausbildungsart bei Neubauten von Hauptbahnen als Regelform festgesetzt. Über die Anlage des Planums bei Bahnhöfen siehe Teil II S. 81. Abb. 18 und 19 geben die Querschnittsanordnungen für zweigleisige Hauptbahnen, Abb. 20 und 21

Nebenbahn.

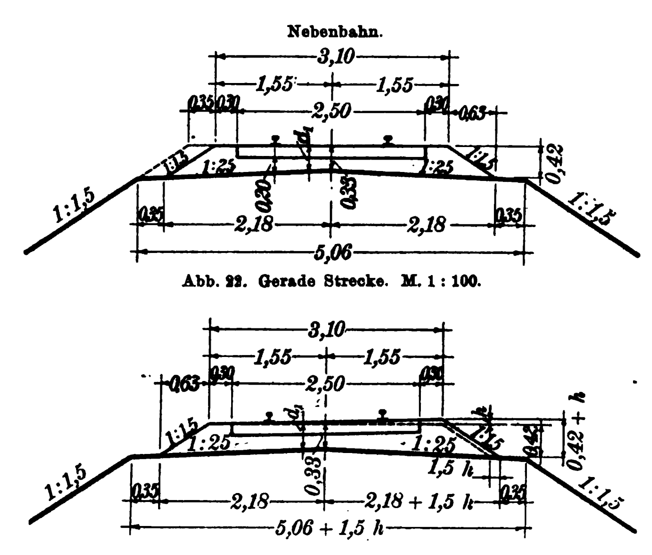


Abb. 22. Gerade Strecke. M. 1 : 100.

Abb 23. Gekrümmte Strecke. M. 1 : 100.
Bei Eisenschwellen wird d_1 = 0,25 m (statt 0,33 m bei Holzschwellen).

zeigen die Ausbildung bei Hauptbahnen mit zunächst eingleisiger Anlage, Abb. 22 und 23 die für Nebenbahnen der Pr. H. Staatsbahnen.

c. Die Bettungsstärke.

Die Höhe der Bettung unter den Schwellenunterkanten ist im allgemeinen infolge der Planumsneigung nicht gleich und wird nach den örtlichen Verhältnissen bemessen.

Das Mindestmaß d_1 (Abb. 17) soll betragen (T. V. und Gz. f. L. § 3):

bei Hauptbahnen	$\geqq$ 20 cm
„ Nebenbahnen	$\geqq$ 15 cm
„ vollspurigen Lokalbahnen	$\geqq$ 13 cm
„ Schmalspurbahnen	$\geqq$ 10 cm
„ Zahnstangenstrecken	$\geqq$ 20 cm.

Die gesamte mittlere Bettungsstärke d unter Schienenunterkante beträgt daher bei Hauptbahnen unter Annahme 16 cm hoher Holzschwellen d = etwa 40 cm. Für eiserne Schwellen darf, trotz der kleineren Höhe derselben, wegen der geringeren Steifigkeit die Bettungsstärke nicht kleiner genommen werden als bei Holzschwellen, sondern ist sogar besser zu vergrößern.

Die Stärke der Bettung unter den Schwellenunterkanten soll nach den Pr. H. V. f. O. beim Bau neuer Hauptbahnen sowohl bei Holzschwellen als auch bei eisernen Schwellen mindestens 30 cm betragen. Dies Maß ist unmittelbar unter der Schiene zu messen, deren Fuß dem Planum am näch-

sten liegt. Bei Nebenbahnen genügt eine Stärke von 20 cm (s. Abb. 22). Die eingeschriebenen Maße gelten beim Bau neuer Bahnen, beim Bau zweiter Gleise und bei Bettungserneuerungen sind kleinere Maße angängig, für die jedoch untere Grenzen festgesetzt sind.

d. Die Abmessungen des Planums.

Die Planumsbreite ist abhängig von der bedachten Kronenbreite und der Bettungsstärke.

Unter der rechnungsmäßigen Planumsbreite B versteht man die Abmessung des Planums im Abstand der gemittelten Bettungsstärke d von Schienenunterkante (Abb. 16).

Dieselbe beträgt

$$B = a + 2 \cdot 1{,}5 \cdot d,$$

wobei eine anderthalbfache Böschungsanlage vorausgesetzt wurde.

Für eingleisige Hauptbahnen ergibt sich:

$$B = 4{,}5 + 2 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}4 = 5{,}2 \text{ m}.$$

Für zweigleisige Hauptbahnen

$$B = 5{,}2 + 3{,}5 \text{ (Gleisabstand)} = 8{,}7 \text{ m}.$$

Für Nebenbahnen wird $B = 4{,}2$ bis $4{,}5$ m gewählt, jedoch kann unter besonders günstigen Verhältnissen dies Maß auf 4,0 m eingeschränkt werden (V. f. V.).

Die wirklichen Planumsbreiten B_1 erhält man bei Berücksichtigung der Planumsneigung und der geringsten Bettungsstärke d_1 (vgl Abb. 16).

Für Schmalspurbahnen ergibt sich auf Grund der Gz. f. L. für B als Mindestmaß

bei Meterspur	2,70 m
bei 75 Zentimeterspur	2,20 m
bei 60 Zentimeterspur	1,90 m.

Beim Bau von Schmalspurbahnen ist man selten auf diese geringsten Maße herabgegangen, sondern hat größere Abmessungen ausgeführt. Zu empfehlen sind die Maße 3,90 m für Spurweiten von 1,0 m; 3,45 m für solche von 0,75 m; 2,90 m für solche von 0,60 m Spur.

Die von den verschiedenen Eisenbahnverwaltungen bislang vorgeschriebenen Bahnquerschnitte unterscheiden sich je nach den Verhältnissen; so hatte z. B. die Königliche Eisenbahndirektion (K. E. D.) Hannover für die Hauptbahnen $d = 0{,}50$ m und für die Nebenbahnen $d = 0{,}33$ m festgesetzt. Daraus ergab sich eine Planumsbreite von 5,5 m für eingleisige und 9,0 m für zweigleisige Hauptbahnen. Die Maße B_1 bestimmen sich zu 5,80 m bzw.

9,30 m. Für eingleisige Nebenbahnen wurde $B = 4{,}30$ m. Für die Pr. H. Staatsbahnen sind jetzt die Regelformen für den Bahnkörper zu beachten. (Vgl. auch Abb. 17—20.)

e. Höhenlage des Bahnkörpers.

Die Höhenlage der Bahn zu fließenden Wasserläufen und Seen, ferner zum Grundwasser und zum Gelände ist für die Unterhaltung der gesamten Anlagen sehr wichtig.

Die Schienenunterkante (Bahnkrone) soll daher bei Hauptbahnen, abgesehen von eingedeichten Strecken, mindestens 0,6 m über dem höchsten vorkommenden Wasserstand liegen (B. O. § 8).

Ist Wellenschlag oder Eisgang zu befürchten, so ist eine entsprechende Erhöhung des Bahnkörpers empfehlenswert: in der Regel wird bei Hauptbahnen das Planum bereits 0,6 m über Hochwasser (H. W.) gelegt, so daß die Bahnkrone sich 1,0 m über H. W. befindet.

Bei Nebenbahnen soll die Bahnkrone in der Regel über dem bekannten höchsten Wasserstande liegen (T. V. § 33), bei Lokalbahnen soll sie über das öfters wiederkehrende Hochwasser gelegt werden; außergewöhnliche, selten auftretende hohe Wasserstände brauchen hierbei nicht berücksichtigt zu werden (Gz. f. L. § 26).

Der höchste Stand des Grundwassers darf von eindringendem Froste nicht erreicht werden können; in feuchten Niederungen ist daher das Planum entsprechend über das Gelände zu heben (30—60 cm).

f. Bahngräben.

Zweck: Die Gräben neben der Bahn dienen zur Abführung des Tagewassers, zur Entfernung des Grund- und Quellwassers und somit zur Trockenhaltung des Bahnkörpers

Beiderseitige Bahngräben sind stets anzuordnen, sofern die Bahn im Einschnitt oder in Geländehöhe liegt, im Auftrage sind Gräben meist nur auf der Bergseite erforderlich, um das dem Dammfuße zufließende Wasser abzuhalten; talseitig müssen sie ausgeführt werden, wenn Wasser aus Einschnittsgräben unter Verhinderung von Zerstörungen an Ackerland usw. abgeführt werden soll. Bergseitige Gräben werden entweder unmittelbar einem Wasserlauf zugeleitet oder meist an der tiefsten Stelle unter dem Auftrage mittels eines Bauwerks durchgeführt.

Die Abmessungen der Gräben sind auf Grund der zu erwartenden Wassermengen festzulegen.

Die Bahngrabentiefe ist zu 0,4 bis 0,6 m unter Planum zu wählen; die Sohlenbreite beträgt ebenfalls 0,4 bis 0,6 m.

Bei hohen Böschungen, starkem Wasserandrang und wenn Rutschungen zu fürchten sind, muß die Sohle verbreitert werden.

Im trockenen Boden (Sand) genügt eine Sohlenbreite und Grabentiefe von 0,30 m, ebenso werden bei Nebenbahnen die gleichen Abmessungen benutzt.

Das Grabengefälle folgt im allgemeinen dem des Planums, im Einschnitte muß dasselbe jedoch mindestens 1 : 600, bei Gräben am Dammfuße mindestens 1 : 800 (besser auch 1 : 600) betragen.

Gefällsanfangspunkte verlegt man, wenn angängig, an Wegübergänge behufs Vermeidung von Durchlässen.

Ist im Einschnitt kein genügendes Gefälle der Bahn vorhanden, so wird der Graben in der Gefällsrichtung vertieft. Die hierdurch entstehende Verteuerung durch Vermehrung der Erdarbeiten muß vermieden werden durch steile Anlage der Böschungen mittels Pflasterung, Trockenmauerwerk oder durch Anlage stärker fallender Drainleitungen oder Sickerdohlen unter dem normalen, offenen Bahngraben in Verbindung mit Sickerschlitzen. Auch kann man der Bahn im Einschnitte das Mindestgrabengefälle geben.

Das Gefälle des Grabens darf nicht so groß werden, daß das Erdreich ausgewaschen wird. Bei starkem Gefälle über 1 : 100 bis 1 : 50, je nach Bodenbeschaffenheit, werden daher Bekleidungen der Sohle und der Grabenböschungen erforderlich; verwendbar sind Rasenbelag, Pflasterung, Trockenmauerung, Anlage von Kaskaden.

Die Böschungen der Gräben erhalten in der Regel eine Neigung von 1 : 1,5; bei Pflasterung 1 : 1 bis 1 : 0,5 (vgl. Erdbau).

Um bei beweglichen Böschungen ein Verschütten des Grabens zu verhüten und bei schlammführenden Gräben Platz zur Ablagerung der durch das Ausschlämmen gewonnenen Massen zu erlangen, wird bei Einschnitten in Höhe des Planums oder auch der Bahnkrone, bei Dämmen bahnseitig am Dammfuß in Geländehöhe, eine Grabenberme (Bankett) von 0,5 bis 1,0 m angelegt.

Steht in geneigtem Gelände zu erwarten, daß infolge starker Regengüsse oder Schneeschmelzens größere Wassermengen gegen die Einschnittsböschungen geführt werden, so muß an der Bergseite, in einer Entfernung von mindestens 1,5 m von Oberkante der Einschnittsböschung ein Fang- oder Randgraben mit genügendem Querschnitte (mindestens 30 cm Sohlenbreite und 30 cm Tiefe) im gewachsenen Boden angelegt werden.

Das Längsgefälle der Fanggräben richtet sich im allgemeinen nach dem Gelände; das in ihnen aufgefangene Tageswasser ist mit Gefälle nach dem nächsten Wasserlauf zu führen. Ist ein einseitiges Gefälle nicht angängig, so gibt man der Grabensohle Gefälle und Gegengefälle; von dem tiefsten Punkte der Grabensohle wird dann das aufgefangene Tageswasser an geeigneter Stelle über die Böschungen mittels besonderer Abfallgräben oder Mulden hinabgeführt.

Die Abfallrinnen sind zu pflastern, besser jedoch zu mauern; der Grabeneinlauf ist besonders kräftig auszubilden, kaskadenförmige Anordnungen werden auch hier meist verwendet.

Jenseits der Einschnittskante, des Dammfußes oder des Dammgrabens wird ein Schutzstreifen von 0,5 bis 1,0 m bahnseitig angelegt.

Die zeichnerische Darstellung der Bahngräben im Längenschnitt (Längenprofil) der Bahnlinie geschieht derart, daß bei beiderseitiger Bahngräbenanordnung die Sohle als blaue Linie ausgezogen wird, bei nur linksseitiger dieselbe in gleicher Farbe gestrichelt (— — —), bei nur rechtsseitiger sie ebenso strichpunktiert (— · — · — ·) wird.

g. Böschungen.

Die seitlichen Begrenzungsflächen des Erdkörpers einer Bahn erhalten in der Regel ein Böschungsverhältnis 1 : 1,5. Einschnittsböschungen können bei festen Bodenarten steiler gehalten werden, bei Fels mit günstiger Schichtung bis $1 : {}^1/_6$, sofern Wasserführung nicht vorhanden ist. Im Auftrage darf man nur bei voller Steinschüttung bis $1 : 1^1/_4$ und bei Steinsatz bis 1 : 1 gehen.

Die eingehenderen Erörterungen hierfür, ferner über die Befestigung der Böschungen, über Stütz- und Futtermauern, Trockenmauern und Steinpackung, sowie Ausführung der Erdarbeiten sind Sache des Erdbaues.

Es sei noch bemerkt, daß der größte Feind der Eisenbahnbauten das Wasser ist, daß daher stets auf eine vollständige, rasche Wasserabführung, sowohl von Planum, Erdkörper und Böschungen, wie vor allen von dem die Einschnittsböschungen bildenden Erdreiche Sorge zu tragen ist. Allen Bewegungen des Erdkörpers muß unbedingt vorgebeugt werden; soweit irgend angängig, hat dies schon vor Beginn der Herstellung des Bahnkörpers, also **vor Störung** des Gleichgewichtes zu geschehen.

3. Der Oberbau.

a. Allgemeine Anordnung des Oberbaus.

Der Oberbau besteht aus dem Gleise und der Bettung.

Das Gleis wird in der Regel durch die Schienen, die Schwellen und die Befestigungsmittel zwischen beiden (das Kleineisenzeug) gebildet.

Die Schienen nehmen die Radlasten auf, dienen den Betriebsmitteln als Fahrbahn und gewährleisten die seitliche Führung der mit Spurkränzen versehenen Räder der Fahrzeuge.

Die Schwellen unterstützen die Schienen und übertragen den Druck auf die Bettung.

Zur Verbindung der Schienenenden und der Schienen mit den Schwellen sind Befestigungsmittel nötig.

Die Bettung verteilt den Druck weiter auf den Unterbau, hält das Gleis trocken und schützt es vor den Frostwirkungen; sie besteht daher aus dnrchlässigem Kiese oder Steinschlag.

b. Die Gleislage.

I. Die Lage der Schienen im Grundriß.

1. Die Spurweite.

Als Spurweite bezeichnet man den lichten Abstand zwischen den Innen- oder Leitkanten der Schienenköpfe.

Die Vollspur von 1,435 m im geraden Gleise erleidet infolge des Betriebes Veränderungen ihrer Größe. Nach § 9 der B. O. sind Verengungen der vorgeschriebenen Spurweite bis zu 3 mm, Erweiterungen bis zu 10 mm zulässig; daher können sich in der Geraden die Maße für die Spurweite zwischen 1,432 m und 1,445 m bewegen.

Für die seitliche Bewegung der Spurkränze innerhalb des Gleises bleibt in der Geraden bei neueren Radreifen ein Spielraum von 10 mm, bei größter Abnutzung ein solcher von 25 mm.

In Krümmungen erweist sich derselbe nicht mehr als ausreichend. Da die Achsen eines zweiachsigen Eisenbahnfahrzeuges in einem festen Rahmen gelagert, also steif miteinander gleichlaufend verbunden sind, kann sich jede Achse einzeln für sich im Bogen nicht nach dem Mittelpunkte zu einstellen. Die Fahrzeuge laufen vielmehr übereck, nur die hintere Achse stellt sich nach dem Krümmungsmittelpunkte, also in Richtung des Halbmessers, ein; die vordere Achse schneidet mit dem äußeren Radflansch infolge des Beharrungsvermögens die äußere Schiene an. Um ein Klemmen der Räder zu verhindern, und zur Einstellung der Hinterachse in Richtung des Halbmessers bedarf es aber eines genügenden Spielraumes, daher muß eine Spurerweiterung $= e$ vorgesehen werden (Abb. 24).

e = Spurerweiterung

Abb. 24.

Da der Radstand dreiachsiger Fahrzeuge meist geringer ist als der zweiachsiger, und dreiachsige Fahrzeuge mit großem Radstande verschiebliche Mittelachsen (Lenkachsen) haben, so bedarf es hier der besonderen Betrachtung für dreiachsige Fahrzeuge nicht.

Gemäß § 9 der B. O. muß in den Krümmungen mit einem Halbmesser von weniger als 500 m die Spurweite vergrößert werden, jedoch darf bei Hauptbahnen diese Erweiterung 30 mm, bei Neben-

bahnen 35 mm (gültig auch für vollspurige Lokalbahnen) nicht überschreiten.

Die Maße von 1,435 + 0,030 = 1,465 m bei Hauptbahnen und 1,435 + 0,035 = 1,470 m bei Nebenbahnen stellen demnach die Höchstwerte der Spurweite dar.

In diese Maße sind die oben angegebenen zulässigen Erweiterungen (— 3 und + 10 mm) infolge des Betriebes bereits eingerechnet; werden die erwähnten Grenzwerte in der Geraden oder in der Krümmung überschritten, so muß das Gleis umgelegt werden.

Für Kleinbahnen gelten folgende Höchstwerte für die Spurerweiterung:

1,00-Meterspurige Kleinbahnen	25 mm,
75-Zentimeterspurige Kleinbahnen . .	20 mm,
60-Zentimeterspurige Kleinbahnen . .	18 mm.

Für preußische Haupt- und Nebenbahnen soll vom Anfang bis zum Ende der Krümmungen mit Halbmessern unter 900 mm die Spurerweiterung voll vorhanden sein und in Abstufungen von 3 mm, wie folgt, auf Grund von Erfahrungen ausgeführt werden:

Halbmesser der Krümmung bis	m									
	800	700	600	500	400	325	250	200	150	100
Spurerweiterung .	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30

Die Spurerweiterung wird durch Verschieben der inneren Schiene des Gleises nach dem Bogenmittelpunkte zu hergestellt, damit die Stetigkeit der die Leitlinie bildenden Innenkante der äußeren Schiene beim Durchfahren durch die Krümmungen gewahrt bleibt.

Für einen allmählichen Übergang der normalen Spurweite in die verbreiterte ist Sorge zu tragen (vgl. Übergangskurve S. 34).

2. Der Krümmungshalbmesser.

Die Krümmungsverhältnisse einer Bahn hängen von der Bauart der Lokomotiven und Wagen (hauptsächlich vom Achsstande) ab.

Nach der B. O. § 7 ist es unzulässig, bei Hauptbahnen kleinere Halbmesser als 180 m in durchgehenden Hauptgleisen zu verwenden. Die Anwendung eines Halbmessers unter 300 m kann nur mit Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde unter Zustimmung des R. E. A. stattfinden und ist möglichst zu vermeiden.

Bei Nebenbahnen, auf welche Fahrzeuge der Hauptbahn übergehen sollen, ist in durchgehenden Hauptgleisen der kleinste zulässige Halbmesser 180 m, sonst 100 m.

In Preußen wird aber auch für Nebenbahnen die Einhaltung des Halbmessers von 250 m vom Ministerium dringend empfohlen.

Für Anschlußgleise gewerblicher Anlagen usw. ist in Preußen ein Halbmesser von 180 m zulässig, sofern beliebige Lokomotiven von Hauptbahnen übergehen sollen; gehen nur Nebenbahnlokomotiven mit höchstens 3,5 m, aber Wagen mit über 4,5 m festem Achsstand über, so ist 140 m der kleinste zulässige Wert; gehen bei gleichen Lokomotivarten jedoch Wagen mit einem festen Radstand von $\leqq$ 4,5 m über, so kann der Halbmesser 100 m betragen.

Für vollspurige Lokalbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, gestatten die Gz. f. L. als Kleinstwert auf freier Strecke 150 m, bei vollspurigen Anschlußgleisen 60 m.

Für Schmalspurbahnen gelten folgende Werte:

Meterspur $R_{min} = 50$ m,
75-Zentimeterspur $R_{min} = 40$ m,
60-Zentimeterspur $R_{min} = 25$ m

(für Kleinbahnen ist bei 0,60 m Spur $R_{min} = 30$ m vorgeschrieben).

Bei Anwendung von Drehgestellen können die Halbmesser bei Lokalbahnen noch vermindert werden.

Die kleinsten zulässigen Halbmesser wählt man bei Hauptbahnen meist auf Grund des Geländes und zwar:

im Flachland: $R_{min} \geqq 1000$ m,
im Hügelland: $R_{min} \geqq 500$ m,
im Gebirge: $R_{min} \geqq 300$ m.

II. Die Höhenlage der Schienen.

1. Gerades Gleis.

Die sich winkelrecht gegenüberliegenden Punkte der Schienenoberkanten müssen nach B. O. § 10 in geraden Strecken gleich hoch liegen. (Ausnahme: falls Überhöhungsrampe vorhanden s. u. S. 33.)

2. Gekrümmtes Gleis.

a. Die Überhöhung.

Durch die Fliehkraft, welche bei Bewegung der Fahrzeuge in den Krümmungen auftritt, werden die Räder gegen die äußere Schiene gedrängt, ein Aufsteigen der Spurkränze auf die äußeren Schienen ist infolge der Reibung zu befürchten und somit eine Entgleisungsgefahr vorhanden; außerdem wird die äußere Schiene stark abgenutzt, gegen Umkanten beansprucht und die Spur erweitert.

In den schärferen Krümmungen wird daher die äußere Schiene gegen die innere erhöht, so daß im gekrümmten Gleise eine nach dem Krümmungsmittelpunkte gerichtete Querneigung entsteht.

Den Höhenunterschied zwischen äußerer und innerer Schienenoberfläche, in Schienenkopfmitte gemessen, nennt man die Überhöhung.

Die Überhöhung ist derart zu bemessen, daß die Mittelkraft aus dem Gewicht des Fahrzeuges und der Fliehkraft senkrecht zu der durch die Lage der Schienenköpfe bestimmten, geneigten Ebene steht. Eine seitliche Beanspruchung der Schienen tritt dann nicht ein; es sind somit die gleichen Verhältnisse wie auf gerader Strecke vorhanden (Abb. 25).

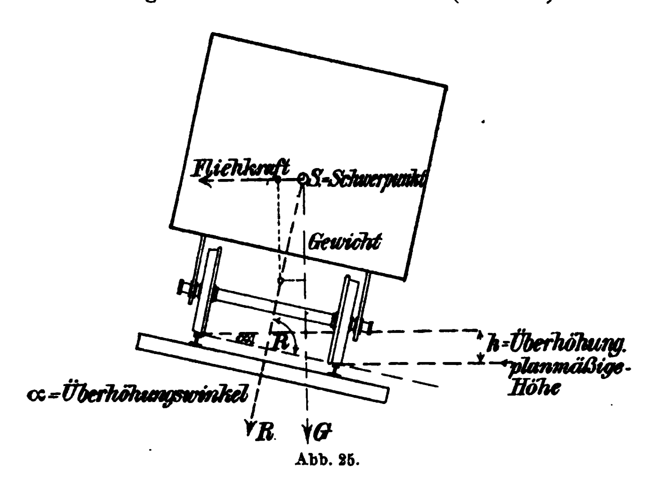


Abb. 25.

Die Überhöhung wird meist durch Hebung der äußeren Schiene erreicht, während die innere die entwurfsmäßige Höhenlage beibehält (Abb. 26.) Theoretisch wäre es am richtigsten, wenn die äußere Schiene um die Hälfte der

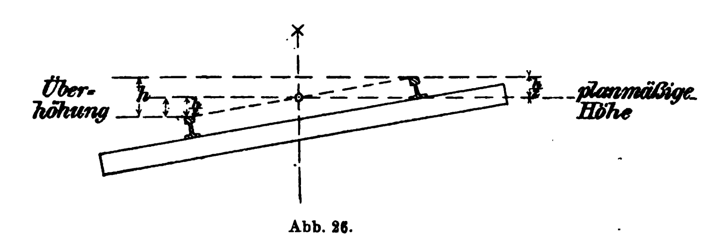


Abb. 26.

Überhöhung gehoben, die innere um die Hälfte gesenkt würde, da in diesem Falle die Schwerpunktslage des Fahrzeuges keine Änderung erleidet, demnach keine unnütze Arbeit durch Hebung des Schwerpunktes, also des gesamten Wagengewichtes, zu leisten wäre (Abb. 26).

Nachteil: bei normaler Planumsausführung wird die Bettungshöhe auf der gesenkten Gleishälfte zu gering.

Bei Nebenbahnen wurde das letzte Verfahren jedoch bislang vielfach angewendet, da die vorgesehene Planumsbreite in der Regel zur Ausführung der einseitigen Überhöhung nicht ausreichte. Das Planum erhält dann eine

einseitige Querneigung, wodurch gleiche Bettungshöhe erzielt wir. Nach den V. f. O. wird auch für Nebenbahnen die Überhöhung nur durch alleinige Hebung der äußeren Schiene erreicht.

Die Überhöhung hängt im wesentlichen von der Geschwindigkeit der verkehrenden Züge und vom Krümmungshalbmesser ab.

Der Berechnung der Überhöhung der äußeren Schiene in Gleiskrümmungen lag bisher für Preußen die Formel zugrunde:

$$h = \frac{v}{2R}, \text{ wo}$$

R = Krümmungshalbmesser in m, v = die für die betreffende Gleiskrümmung gestattete größte Zuggeschwindigkeit in km für die Stunde bedeutet.

Die erhaltenen Zahlenwerte sind von 5 zu 5 mm abzurunden. Mit Rücksicht auf die beim Durchfahren der ersten Züge vorkommenden erheblichen Gleissenkungen werden die Überhöhungen 1 bis 3 cm höher als vorschriftsmäßig ausgeführt.

Am besten ist es, die Wirkungen des Betriebes auf die Schienen an Ort und Stelle zu beobachten und auf Grund dieser Feststellungen die Überhöhung festzusetzen, wobei zu beachten ist, daß die Abnutzung beider Stränge möglichst gleich wird. So kann es vorkommen, daß bei einer zweigleisigen, in Krümmungen liegenden Strecke einer Hauptbahn dem in der Steigung befahrenen Gleise eine andere Überhöhung zu geben ist, wie dem im Gefälle befahrenen.

Zu kleine Überhöhungen sind weniger nachteilig als zu große.

Bei Hauptbahnen sollte man über ein Größtmaß von 115 bis 150 mm, bei Nebenbahnen von 160 bis 170 mm nicht hinausgehen.

Die neuen V. f. O. geben die Überhöhung der äußeren Schiene in Krümmungen auf Grund der hierbei zulässigen größten Fahrgeschwindigkeit für den betreffenden Halbmesser in einer Tabelle genau an. Für $R = 300$ m und $v_{max} = 65$ km in der Stunde ist die Überhöhung z. B. $h = 110$ mm; bei $R = 150$ m und $v_{max} = 40$ km wird der Größtwert $h = 135$ mm erreicht. Der Kleinstwert beträgt bei $R = 3000$ m und $v_{max} = 90$ bis 120 km $h = 20$ mm.

b. Die Überhöhungsrampe.

Die Überhöhung des äußersten Stranges gekrümmter Gleise muß auf eine möglichst große Länge, mindestens aber auf das 300fache ihres Betrages auslaufen (B. O. § 10).

Die Längen der Überhöhungsrampen sollen nach den V. f. O. möglichst nicht weniger als das 600fache der Überhöhung betragen, weniger als das 300fache ist unzulässig.

Nach ministerieller Bestimmung vom Jahre 1910 soll das Rampenverhältnis auf Schnellzugstrecken bei $R = 300$ bis 800 m zu 1 : 1000 angenommen werden; von $R = 900$ bis 3000 m beträgt es 1 : 1000 bis 1 : 2000.

Infolge des Betriebes darf die Steigung niemals steiler als 1 : 250 werden, da andernfalls ein Entgleisen zu gewärtigen ist.

Entgleisungen sind besonders bei gebremsten Fahrzeugen zu befürchten, da ein entlastetes, gebremstes Rad von den Bremsklötzen, die fest mit dem Fahrzeugrahmen verbunden sind, von den Schienen abgehoben wird, so daß es frei schwebt.

Im Verlauf der Überhöhungsrampe haben die Stränge eines Gleises verschiedene Steigung, der innere ist wagrecht, der äußere ist mit dem Steigungsverhältnisse der Rampe geneigt. Es entsteht so eine windschiefe Fahrfläche für das Fahrzeug (vgl. Abb. 27). Während Rad II, III und IV eines aus der Krümmung auslaufenden Fahrzeuges aufstehen, schwebt Rad I, sofern die Wagenfedern nicht eine ausreichende sichere Stützung ermöglichen.

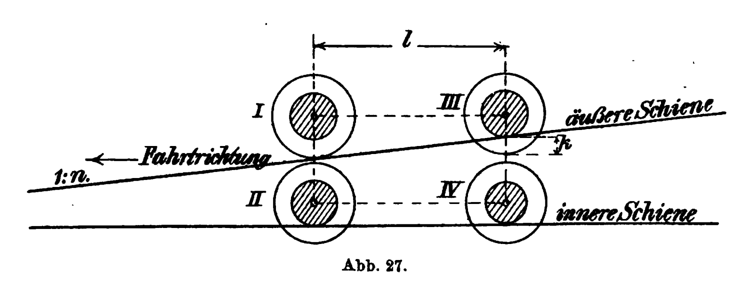


Abb. 27.

Da die geringste Spurkranzhöhe mindestens $k = 25$ mm bei neuen Radreifen beträgt, und der feste Achsstand für Lokomotiven nach T. V. § 87 nicht größer als 5,4 m empfohlen wird, so wird bei einer Rampenneigung von $\frac{1}{n} = \frac{k}{l}$ ein Entgleisen möglich; dieses Neigungsverhältnis ist also hier $\frac{1}{n} = \frac{25}{5400} =$ rd. $\frac{1}{220}$; für Güterwagen wird nach T. V. § 118 ein Maß $l_{max} = 6{,}600$ für zulässig erachtet, also $\frac{1}{n} = \frac{25}{6600} = \frac{1}{642}$. Das Maß von 6,60 m für den Achsstand der Wagen wird selten erreicht. Das oben angegebene Größtmaß für die Rampenneigung von 1 : 250 infolge der Betriebseinwirkungen ist also auf keinen Fall zu überschreiten.

Sehr häufig bilden sich im Betriebe an den Übergangsstellen vom Erdkörper auf ein festes Bauwerk infolge Setzens steilere Übergangsrampen als zulässig. Diese Stellen müssen daher ganz besonders scharf beobachtet werden. Auch entstehen bisweilen durch das Losewerden derjenigen Schwellen, welche zunächst den Schienenenden liegen (Stoßschwellen) unter dem äußeren Schienenstrange in Krümmungen unbeabsichtigte Überhöhungsrampen, die eine Entgleisungsgefahr bedeuten; die Schwellen in Krümmungen müssen daher stets gleichmäßig gut unterstopft und beaufsichtigt werden.

Ist die Überhöhung $= h$, so wird bei einer Rampensteigung

	$\frac{1}{n} = \frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{600}$
die Rampenlänge	$l = 250\,h$	$300\,h$	$600\,h$.

(Über die Lage der Überhöhungsrampe zur Weichenspitze siehe Teil II, S. 26.)

3. Der Übergangsbogen.

Geht ein Fahrzeug aus der Geraden in die Krümmung über, so würde, wenn, wie in Abb. 28 angegeben, der Übergang am Berührungspunkte (Tangentenpunkt = T. P.) unmittelbar erfolgte, ein plötzlicher Stoß infolge der sprungweisen Änderung von $r = \infty$ in der Geraden in $r = R$ in der Krümmung eintreten. Zur Erzielung eines sanften Übergangs und um gleichzeitig allmählich die erforderliche Überhöhung unter Berücksichtigung der nötigen Rampenlänge, sowie die Herstellung der Spurerweiterung zu ermöglichen, wird ein Übergangsbogen ein-

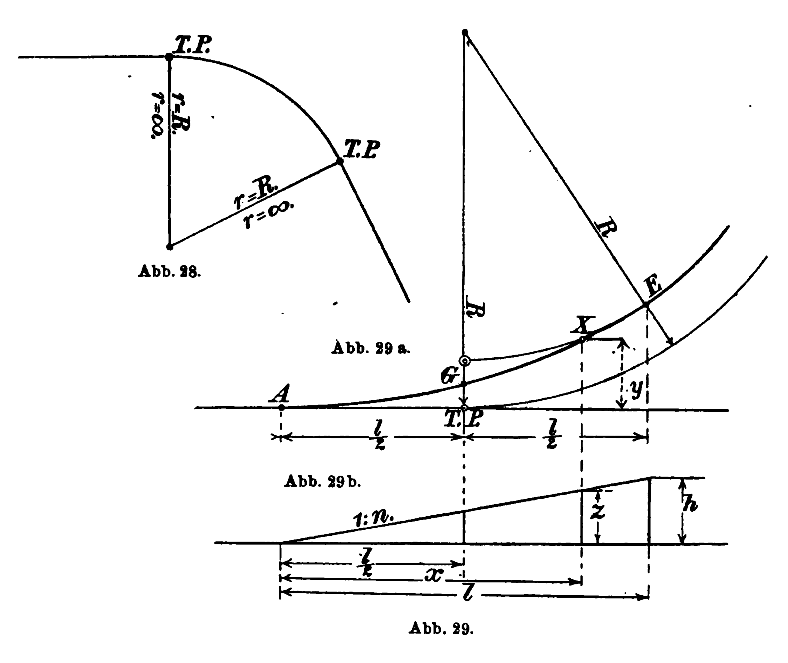


Abb. 29.

gelegt, welcher den Übergang von $r = \infty$ zu $r = R$ in der Weise vermittelt, daß bei stetiger Verringerung des Halbmessers an jeder Stelle die Überhöhung dem gerade vorhandenen Halbmesser entspricht nach demselben Gesetze wie die endgültige Überhöhung dem Halbmesser R unter Zugrundelegung der Formel $h = \frac{v}{2r}$; der Halbmessser r durchschreitet dabei alle Werte von $r = \infty$ bis $r = R$.

Die Länge der Übergangskurve wird im allgemeinen gleich der Überhöhungsrampenlänge l gemacht und der Anfangspunkt A des Übergangsbogen (vgl. Abb. 29 a/b) um $\frac{l}{2}$ vom T. P. entfernt in die Gerade vorgeschoben, der Endpunkt E um $\frac{l}{2}$ in den Kreisbogen hineingelegt, wobei die Längenmaße $\frac{l}{2}$

genügend genau auf der Berührungsgeraden (Tangente) abgemessen werden können, da der Übergangsbogen sehr schwach gekrümmt ist.

Setzt man in der Formel $h = \frac{v}{2R}$:

$$\frac{v}{2} = k = \text{Konstante},$$

so wird die Überhöhung:

$$h = \frac{k}{R}. \tag{1}$$

Infolge des gleichmäßigen Steigens der Überhöhungsrampe ist nach obigem:

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{n}$$

$$h = \frac{l}{n}. \tag{2}$$

Die Länge der Überhöhungsrampe $l = n \cdot h$.

$$h = \frac{l}{n} = \frac{k}{R}, \quad \text{nach (1)};$$

$$n \cdot k = R \cdot l.$$

Führt man ein:

$$P = n \cdot k = R \cdot l, \tag{3}$$

so ist, sobald das Neigungsverhältnis der Überhöhungsrampe $1 : n$ und der Wert k festgelegt ist, P ein unveränderlicher (konstanter) Wert.

Ist, an beliebiger Stelle X im Abstand x vom Anfangspunkte A des Übergangsbogens (genügend genau auf der Tangente gemessen), die Überhöhung $= z$, so muß nach obigem:

$$z = \frac{k}{r} \text{ sein,} \tag{4}$$

wo r den Krümmungshalbmesser des Übergangsbogens im Punkte X darstellt.

Infolge der gleichmäßigen Steigung der Überhöhungsrampe ist:

$$\frac{z}{x} = \frac{1}{n}; \quad \text{also} \quad z = \frac{x}{n}$$

demnach nach (4):

$$z = \frac{k}{r} = \frac{x}{n};$$

$$\frac{k}{r} = \frac{x}{n}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{x}{k \cdot n}.$$

Nach (3) ist $k \cdot n = P$ zu setzen, demnach besteht für einen beliebigen Punkt des Übergangsbogens die allgemeine Beziehung

$$\frac{1}{r} = \frac{x}{P}.$$

Für P werden bei den verschiedenen Bahnarten bestimmte Werte festgesetzt.

Vermittelst Einführung des Wertes für den Krümmungshalbmesser unter Zuhilfenahme der höheren Mathematik erhält man hieraus die Gleichung des Übergangsbogens. Der Übergangsbogen hat danach die Form einer kubischen Parabel und berührt den Kreisbogen von außen und die Tangente.

Die **Gleichung des Übergangsbogens** lautet:

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot R \cdot l},$$

oder auch, da $R \cdot l = P$:

$$y = \frac{x^3}{6P}. \qquad (5)$$

Hieraus läßt sich die Lage der Einzelpunkte des Übergangsbogens bestimmen z. B.:

Endpunkt E (Abb. 30).

$x = l$ gesetzt; es ergibt sich der zugeordnete Abstand d des Endpunktes des Übergangsbogens von der Tangente zu:

$$d = \frac{l^3}{6R \cdot l} = \frac{l^2}{6R};$$

ferner Halbierungspunkt G: $x = \frac{l}{2}$; $y = d_1$;

$$d_1 = \frac{\left(\frac{l}{2}\right)^3}{6R \cdot l} = \frac{l^2}{48 \cdot R};$$

also

$$d_1 = \frac{d}{8}.$$

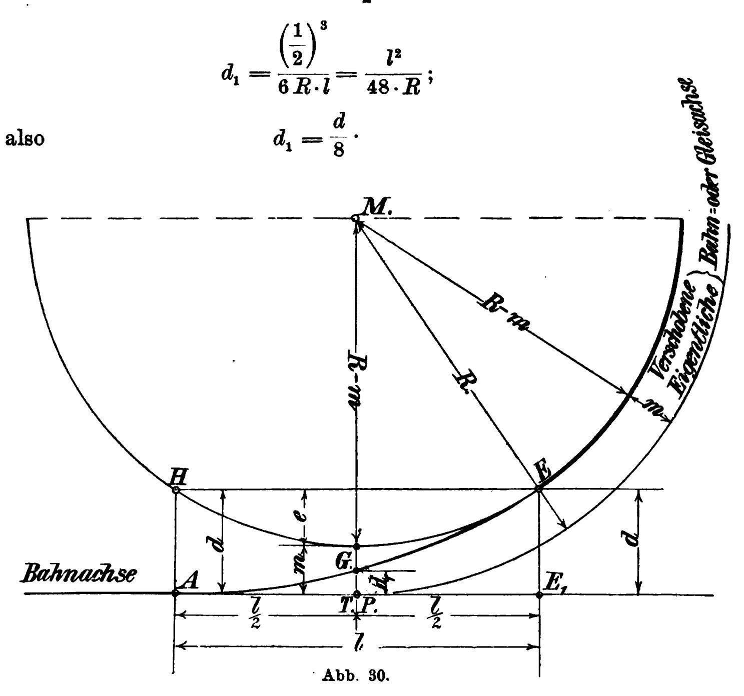


Abb. 30.

Damit die Einlegung des Übergangsbogens möglich ist, muß der vorgesehene Kreisbogen entweder um ein Maß m nach innen gerückt, oder der Halbmesser um dasselbe Maß verkürzt werden, so daß der auszuführende Halbmesser $= R - m$ und der Bogen aus demselben Mittelpunkt M zu beschreiben wäre (vgl. Abb. 30). Diese letztere Art ist für die Praxis am meisten zu empfehlen.

Bestimmung von m (vgl. Abb. 31, wo statt $R - m$ genügend genau R gesetzt wurde):

$$e + m = d$$
$$m = d - e$$
$$AE_1 = HE = l$$
$$e : \frac{l}{2} = \frac{l}{2} : (2R - e)$$
$$\frac{l^2}{4} = (2R - e)e$$
$$\frac{l^2}{4} = 2Re - e^2;$$

Abb. 31.

e^2 kann wegen seiner Kleinheit gegen $2Re$ vernachlässigt werden, daher:

$$\frac{l^2}{4} = 2Re$$
$$e = \frac{l^2}{8R}.$$

Da $d = \frac{l^2}{6R}$ ist, wird demnach

$$m = d - e = \frac{l^2}{6R} - \frac{l^2}{8R}$$
$$m = \frac{l^2}{24R};$$

demnach:

$$m = \frac{d}{4}.$$

Da $d_1 = \frac{d}{8}$ ist, so folgt ferner, daß das Maß m durch den Übergangsbogen in G halbiert wird.

Während früher die Verschiebung m infolge der geringen Länge des Übergangsbogens nur gering war, z. B. bei $R = 300$ m nur 0,40 m betrug, ist sie infolge der erheblichen Vergrößerung der Länge des Übergangsbogens teilweise beträchtlich geworden. Für Schnellzugsstrecken beträgt die Verschiebung für $R = 300$ m bei einer Länge des Übergangsbogens $l = 110$ m zur Zeit $m = 1{,}68$ m; für $R = 500$ m ist $l = 80$ m und $m = 0{,}533$ m auszuführen.

Die Absteckung des Kreisbogens erfolgt unter Berücksichtigung der Verschiebung m am besten gleich bei der Aussteckung der Bahnachse. Nötig ist dies beim Bau von Nebenbahnen, wo das Planum sehr schmal bemessen ist. Bei Ausführung der Erdarbeiten ist nur auf die Übergangsbogen der Kreisbogen mit kleinem Halbmesser Rücksicht zu nehmen, bei größerem Halbmesser, ungefähr von $R = 1000$ m ab, erfolgt die Aussteckung der Übergangsbogen erst bei Verlegung des Oberbaus.

Beispiel: Es sollen die Hauptabsteckungsmaße eines Übergangsbogens für eine Krümmung von 400 m Halbmesser bei einer Hauptbahn festgelegt werden.

Nach der B. O. § 66 ist die größte zulässige Geschwindigkeit in diesem Falle $v_{max} = 75$ km.

Gang der Rechnung.

1. Bestimmung der Überhöhung.

$$h = \frac{v_{max}}{2R} = \frac{75}{2 \cdot 400} = \text{rd. } 0{,}095 \text{ m.}$$

2. Festsetzung der Rampenlänge.

a. Rampenneigung $1:n = 1:500$; $l = n \cdot h = 500 \cdot 0{,}095 = 47{,}5$ m.

b. für Schnellzugstrecken $1:n = 1:1000$; $l = 95$ m.

3. Endpunkt E.

a. Abszisse $l = 47{,}5$ m; Ordinate $d = \frac{l^2}{6R} = \frac{47{,}5^2}{6 \cdot 400} = 0{,}94$ m

b. $l = 95$ m; $d = 3{,}76$ m.

4. Punkt G.

a. Abszisse $\frac{l}{2} = 23{,}7$ m; Ordinate $d_1 = \frac{d}{8} = \frac{0{,}94}{8} = 0{,}12$ m

b. $\frac{l}{2} = 47{,}5$ m; $d_1 = 0{,}47$ m.

5. Verschiebung a. $m = 2d_1 = 0{,}24$ m; b. $m = 0{,}940$ m.

6. Zwischenpunkte werden abgesteckt nach der Gleichung: $y = \frac{x^3}{6Rl}$; z. B. für Fall a:

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot 400 \cdot 47{,}5} = \frac{x^3}{114000}.$$

Am besten benutzt man zur Absteckung besondere Tabellenwerke, so z. B. die von Sarrazin und Overbeck; Jordan u. a., in welchen sämtliche Absteckungsmaße, einschließlich der Hilfstangenten, gegeben sind. Meist genügt es, Anfang, Mitte und Ende der Übungsbogen festzulegen.

Nach den V. f. O. (1909) werden die Übergangsbogen auf Grund einer festgesetzten Tabelle ausgeführt. Einige Angaben aus dieser sind mit den Grenzwerten für die Länge im folgenden angegeben:

a. Hauptbahnen					b. Nebenbahnen				
Halbmesser R in m	Länge des Übergangsbogen l in m	Verschiebung m in m	Verschiebung d_1 in m	Rampenverhältnis	Halbmesser R in m	Länge des Übergangsbogen l in m	Verschiebung m in m	Verschiebung d_1 in m	Rampenverhältnis
300	80	0,889	0,444	1: 730	180	40	0,370	0,185	1: 320
bis					bis				
475		0,561	0,281	1: 940	200		0,333	0,167	1: 320
500	60	0,300	0,150	1: 750	250	30	0,150	0,075	1: 300
bis					bis				
1000		0,150	0,075	1:1100	350		0,107	0,054	1: 400
1500	40	0,044	0,022	1:1000	400	20	0,042	0,021	1: 310
bis					bis				
3000		0,022	0,011	1:2000	2000		0,008	0,004	1:1300

Die Überhöhung wird im allgemeinen so verteilt, daß in der Mitte bei G die Hälfte, am Ende bei E die volle Überhöhung vorhanden ist; ebenso wird die Spurerweiterung so vorgenommen, daß bei G das Maß $\frac{e}{2}$, bei R die volle, dem Halbmesser R zukommende Spurerweiterung zur Ausführung kommt (Abb. 26). Für die übrigen Bogenpunkte schaltet man die Werte verhältnismäßig dazwischen.

Trifft der Anfangs- oder Endpunkt des Übergangsbogens nicht mit einem Schienenende zusammen, so gleicht man den Übergang bis zum nächsten Schienenende vor oder hinter den Bogen aus. Läßt sich aus eisenbahnbaulichen Gründen die Länge der Überhöhungsrampe nicht so bemessen, daß sie mit der Übergangsbogenlänge übereinstimmt, so zieht man je nach der Örtlichkeit die Rampe in die Gerade oder in den Hauptbogen hinein, niemals vergrößere man jedoch, wegen der damit verbundenen Entgleisungsgefahr, die Neigung der Rampe. Die Überhöhungsrampe muß also stets in ihrer vollen Länge vorhanden sein (s. auch S. 32).

Bei Bogen unter 3000 m Halbmesser auf Hauptbahnen und unter 2000 m auf Nebenbahnen sind Übergangsbogen nötig.

Bei den schmalspurigen Bahnen werden in Hauptgleisen Übergangsbogen in der Regel ausgeführt, wobei bei $R \geqq 500$ m jedoch von ihrer Anordnung abgesehen wird; die Rampensteigung wird zu 1 : 250 bis 1 : 300 angenommen. Für schmalspurige Kleinbahnen ist eine Rampenneigung $\geqq$ 1 : 300 vorgeschrieben. Schließt eine Krümmung ohne Übergangsbogen an eine gerade Strecke an, so muß die Spurerweiterung und meist auch die Überhöhung auf mehrere Schienenlängen der Geraden verteilt werden.

4. Sonderfälle für Ausbildung der Übergangsbogen.

a. Nachträgliche Einlegung von Übergangsbogen in ein bestehendes Gleis.

Um die Verschiebung m zu erhalten, legt man einen Bogen mit kleinerem Halbmesser r ein, welcher den bestehenden Bogen vom Halbmesser R von innen berührt. Für die Herstellung des Übergangsbogens wird dieser stärker gekrümmte Bogen genau so benutzt, wie oben im allgemeinen Falle angegeben wurde (vgl. Abb. 32, S. 40).

Die Verkürzung des Halbmessers R um $\frac{1}{20}$ seiner Länge genügt im allgemeinen, also ist $r = R - \frac{1}{20} R = \frac{19}{20} R$ zu wählen.

b. Übergang bei Gegenkrümmungen.

Zwischen entgegengesetzten Krümmungen einer Bahnlinie ist ein gerades Stück von solcher Länge einzulegen, daß die Fahrzeuge sanft und stetig in die andere Krümmung einlaufen. Diese Gerade soll nach B. O. § 7 zwischen den Endpunkten der Überhöhungsrampen bei Hauptbahnen mindestens 30 m, bei Nebenbahnen mindestens 10 m betragen.

Zwischen den nächstliegenden theoretischen Berührungspunkten (T. P.) der Gegenkrümmungen bedarf es daher einer Geraden von einer Gesamtlänge, welche sich zusammensetzt aus der Länge der beiderseitigen

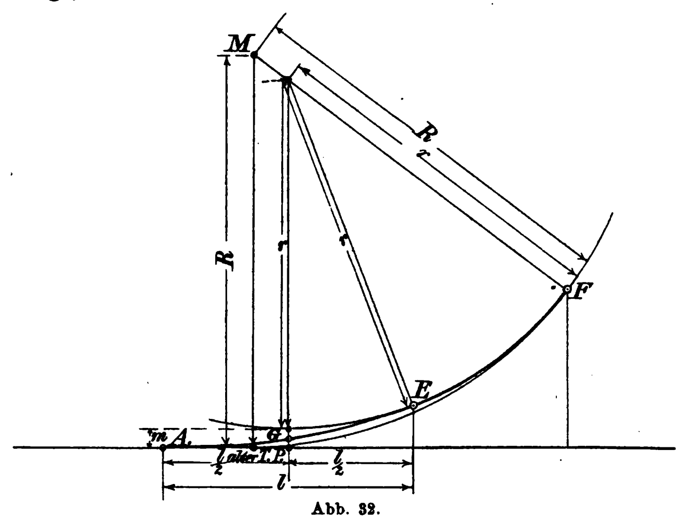


Abb. 32.

halben Überhöhungsrampen und dem durch die B. O. festgesetzten Maße von 30 bzw. 10 m (Abb. 33). Diese Länge bezeichnet man als Zwischengerade.

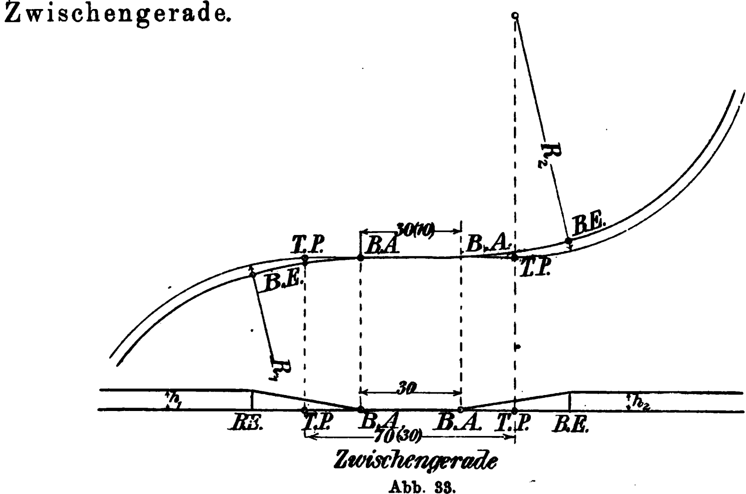


Abb. 33.

Bei Hauptbahnen mit Schnellzugverkehr wird z. B. bei einem Halbmesser $R = 300$ m eine Zwischengerade von mindestens $30 + 110 = 140$ m nötig, bei Halbmessern ≥ 1500 m mindestens 70 m. Bei Nebenbahnen ist eine Länge von 30 bis 50 m ausreichend. Diese Maße sind als kleinste zulässige Länge der Zwischengeraden bei der Linienführung (Trassierung) zu beachten.

Kurze Gegenkrümmungen sollen auf Hauptbahnen Halbmesser, wenn irgend angängig, nicht unter 2000 m und möglichst lange Zwischengerade haben.

c. Übergang bei Krümmungen gleichen Sinnes.

Zwischen Krümmungen gleichen Sinnes bedarf man der gleichen Länge der Zwischengeraden wie unter b.

Bei kürzeren Zwischengeraden würde ein zu rasches Senken und Wiederheben der äußeren Schienen eintreten und dadurch ein unruhiger Gang der Fahrzeuge veranlaßt werden. Ist daher die Zwischengerade $<$ 30 m (T. V § 7), so wird sie durch einen flachen Bogen ersetzt. Die Überhöhung ist in solchen flachen Zwischenbogen durchzuführen (Abb. 34).

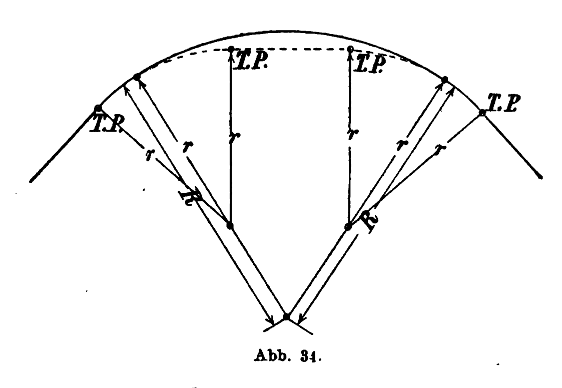


Abb. 34.

Zu kurze Zwischengeraden sind durch geeignete Linienführung gänzlich zu vermeiden.

5. Die Neigungsverhältnisse.

a. Allgemeine Festsetzung der Neigungsgrenzen.

Die Längsneigung auf freier Strecke darf in der Regel bei Hauptbahnen 25‰ (1:40) und bei Nebenbahnen 40‰ (1:25) nicht überschreiten. Die Anwendung einer stärkeren Neigung als 12,5‰ (1:80) bei Hauptbahnen oder 40‰ (1:25) bei Nebenbahnen bedarf der Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde und der Zustimmung des R. E. A. (B. O. § 7).

Die Neigungen sollen bei Hauptbahnen im Gebirge 25‰ (1:40), im Hügellande 10‰ (1:100) und im Flachlande 5‰ (1:200) nicht übersteigen. Man bleibt im Flachlande mit der Neigung jedoch, wenn möglich, unter 3,6‰ (etwa $\leqq$ 1:300). Diese Neigung heißt die Bremsneigung oder das Bremsgefälle, weil beim Befahren von Gefällen $\leqq$ 3,6‰ ein Anziehen der Bremsen nicht erforderlich ist, also Kraft nicht unnötig aufgezehrt wird, bei der Talfahrt demnach die Schwerkraft ausgenutzt werden kann, also Bremskosten nicht entstehen.

Für preußische Nebenbahnen sind im Flachlande 14‰ (1:70), im Berglande 25‰ (1:40), im äußersten Falle 33‰ (1:30) zulässig (V. f. V.).

Bei Lokalbahnen soll die Längsneigung bei Reibungsbahnen in der Regel nicht mehr als 35‰ (1:28) betragen, von der Anlage einer Neigung von mehr als 45‰ (1:22) ist abzuraten. Für Zahnstangenbahnen, auf welche Betriebsmittel der Hauptbahnen nicht übergehen, ist als stärkste

Längsneigung $\leqq 250‰$ (1:4), andernfalls eine solche $\leqq 100‰$ (1:10) auszuführen. (Gz. f. L. 23.)

Für Schmalspurbahnen beträgt (nach Haarmann) die größte Längsneigung

bei Meterspur	$\leqq 25‰$	(1:40, ausnahmsweise 1:30)
„ 75 Zentimeterspur	$\leqq 28{,}5‰$	(1:35, „ 1:25)
„ 60 „	$\leqq 33‰$	(1:30, „ 1:25).

Das Neigungsverhältnis von Bahnhofsgleisen für Haupt- und Nebenbahnen darf, abgesehen von den Verschubgleisen (Rangiergleisen), nicht mehr als 2,5‰ (1:400) betragen. Ausweichgleise dürfen in die stärkere Neigung der Strecke jedoch eingreifen; bei Nebenbahnen kann die Landesaufsichtsbehörde Ausnahmen zulassen (B. O. § 7).

b. Ausrundung der Neigungswechsel.

Die im Aufriß geradlinige Lage der Schiene erfährt eine Änderung an den Gefällwechseln. Um an dieser Stelle die Gefahr des Entgleisens infolge des Abhebens der entlasteten Räder und des Aufsteigens der Radflanschen auf die Schienen zu vermindern, werden die Gefällwechsel ausgerundet.

In durchgehenden Hauptgleisen soll nach B. O. § 10 hierzu ein Kreisbogen von einem Halbmesser von mindestens 5000 m bei Hauptbahnen und von mindestens 2000 m bei Nebenbahnen verwendet werden, bei Neigungswechseln in und vor Stationen kann bei Hauptbahnen bis auf 2000 m mit Rücksicht auf die verminderte Zuggeschwindigkeit herabgegangen werden. Nach T. V. § 21 kann in geraden Strecken ebenfalls eine Herabsetzung auf 2000 m eintreten.

Die Ausrundung erfolgt zweckmäßig:
bei Hauptbahnen mit $R = 10\,000$ m,
„ Nebenbahnen mit $R = 5\,000$ m;
„ Lokalbahnen wird $R \geqq 1\,000$ m für Reibungsbahnen
nach Gz. f. L. § 23 empfohlen. (R_{min} ausnahmsweise $\geqq 500$ m.) Bei Kleinbahnen ist der Halbmesser R auf mindestens 2000 m zu vergrößern, wenn die Bahn mit mehr als 30 km Geschwindigkeit befahren werden soll, oder wenn der Neigungswechsel in einer Krümmung liegt.

Ein Ausrundungsbogen gelangt bei dem Brechpunkte der Neigungslinie einer Bahn erst dann zur Ausführung, wenn das Neigungsverhältnis der dort zusammenstoßenden Neigungen zueinander größer ist als 0,0025 (1:400 oder 2,5‰).

Es kommen hierbei folgende 3 Fälle in Betracht.

a. Die Bahnhöhenlinie (Gradiente) geht aus der Wagrechten in eine geneigte Richtung $1:m$ über (Abb. 35). Es ist dann:

$$\frac{l}{R} = \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$$

$$l = R \cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2};$$

Da α sehr klein ist, so kann $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$ genügend genau $= \frac{1}{2}\operatorname{tg}\alpha$ gesetzt werden.

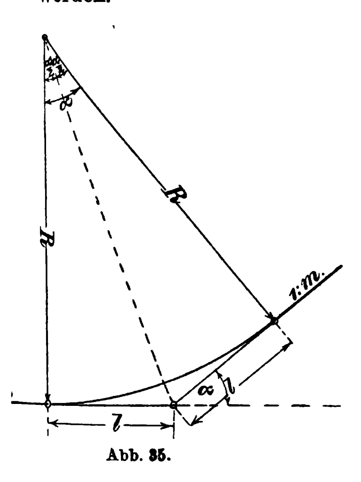


Abb. 35.

$$l = \frac{R}{2}\cdot\operatorname{tg}\alpha;$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{m}$$

$$l = \frac{R}{2}\cdot\frac{1}{m};$$

Beispiel: Neigung $\frac{1}{m} = 0{,}005 = \frac{1}{200}$;

$$R = 10000 \text{ m}$$

$$l = \frac{10000}{2}\cdot 0{,}005$$

$$l = 25 \text{ m}.$$

b. Die Bahnhöhenlinie geht aus einer Neigung $1:m$ in eine andere, in demselben Sinne geneigte Richtung $1:n$ über (Abb. 36).

Es ergibt sich ebenso:

$$l = \frac{R}{2}(\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2)$$

oder:

$$l = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right).$$

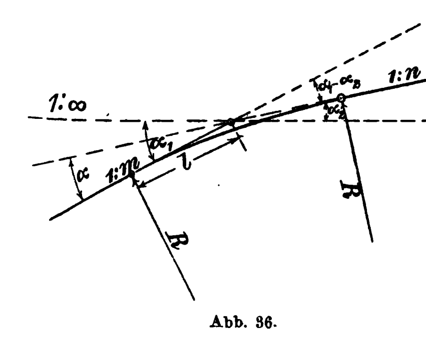


Abb. 36.

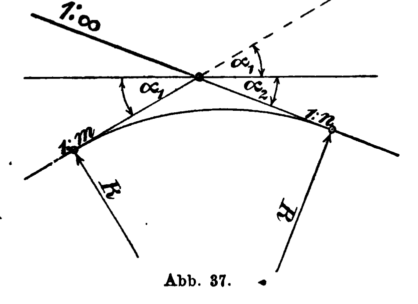


Abb. 37.

Beispiel: $\frac{1}{m} = 0{,}0067 = \frac{1}{150}$; $\frac{1}{n} = 0{,}004 = \frac{1}{250}$;

$$l = \frac{10000}{2}(0{,}0067 - 0{,}004)$$

$$l = 13{,}5 \text{ m}.$$

c. Die Bahnhöhenlinie geht aus einer Neigung $1:m$ in eine andere, im entgegengesetzten Sinne geneigte über (Abb. 37).

Man erhält:

$$l = \frac{R}{2} (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2).$$

Unter Benutzung derselben Werte wie unter b würde $l = 53{,}5$ m.

Zur Absteckung der Ausrundungskrümmung genügt es, wenn der Anfangs- und Endpunkt derselben durch je einen Pfahl, sowie die Höhe der Krümmungsmitte an einem im Neigungsbrechpunkte geschlagenen Pfahl bezeichnet wird.

Das Maß f, um welches die Mitte des Ausrundungsbogens über oder unter dem Brechpunkte liegt, je nachdem der durch die beiden sich schneidenden Bahnhöhenlinien gebildete, stumpfe Winkel über oder unter denselben sich befindet, bestimmt sich unter Beachtung der Abb. 38 wie folgt:

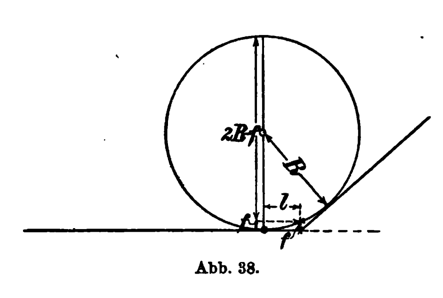


Abb. 38.

$$f : l = l : (2R - f)$$

$$l^2 = (2R - f) f.$$

$$l^2 = 2Rf - f^2,$$

da f^2 vernachlässigt werden kann gegen $2Rf$, so ergibt sich:

$$l^2 = 2R \cdot f.$$

$$f = \frac{l^2}{2R}.$$

Für das erste, unter a gerechnete Beispiel würde:

$$f = \frac{25^2}{2 \cdot 10\,000} = 0{,}031 \text{ m}$$

betragen.

Eine kurze Aufeinanderfolge von Gefällwechseln, besonders solcher mit entgegengesetzten Neigungen, ist zu vermeiden wegen der ungünstigen Be-

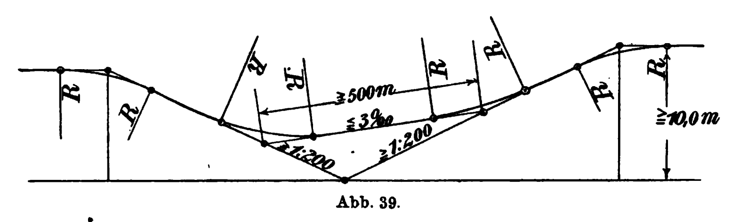


Abb. 39.

anspruchungen der Zugvorrichtungen der Wagen und wegen der Gefahr des Zerreißens der Züge.

Steigt von zwei in entgegengesetztem Sinne und stärker als 5‰ (1:200) geneigten, aneinanderstoßenden Strecken die eine mehr als 10 m an, so ist eine mindestens 500 m lange, höchstens 3‰ geneigte Zwischengerade einzuschalten (Abb. 39). In die Länge von 500 m dürfen die Tangenten der Ausrundungsbögen eingerechnet werden (B. O. § 7).

In stark geneigten Bahnstrecken wende man möglichst flache Krümmungen an und lege die stärkeren Neigungswechsel tunlichst in die Gerade.

Man vermeide ferner, Gefällwechsel in die Überhöhungsrampe oder an den Bogenanfang der Übergangsbogen zu legen mit Hinweis auf die andernfalls entstehenden Schwierigkeiten bei Ausführung der erforderlichen Ausrundung.

6. Seitliche Neigung der Schienen.

Beim Durchfahren der Krümmungen haben die Räder der Fahrzeuge auf dem äußeren Schienenstrange einen größeren Weg zurückzulegen als auf dem inneren. Da die Räder einer jeden Achse sich infolge der festen Verbindung mit der Achse nur gleichmäßig drehen können, so hat man, um ein zeitweises Gleiten der äußeren Räder zu vermeiden, den Radreifen eine kegelförmige Gestalt gegeben. Hierdurch wird ermöglicht, daß in der Krümmung die äußeren Räder auf einen größeren Kreis des Kegelmantels ablaufen (Laufkreis I—I), wie die inneren (Laufkreis II—II) (da der Wagen mit der Achse durch die Fliehkraft nach außen geschoben wird), also auch einen größeren Weg (l) als die inneren (l_1), wie verlangt, zurücklegen (Abb. 40 u. 41).

Bezeichnet D den Durchmesser des Laufkreises I, d den des Laufkreises II, so ist nach Abb. 41.

$$\frac{l}{l_1} = \frac{\left(R + \frac{s}{2}\right) \cdot \alpha}{\left(R - \frac{s}{2}\right) \cdot \alpha};$$

Nach Abb. 42 ist:

$$\frac{l}{l_1} = \frac{\frac{D}{2} \cdot \gamma}{\frac{d}{2} \cdot \gamma}$$

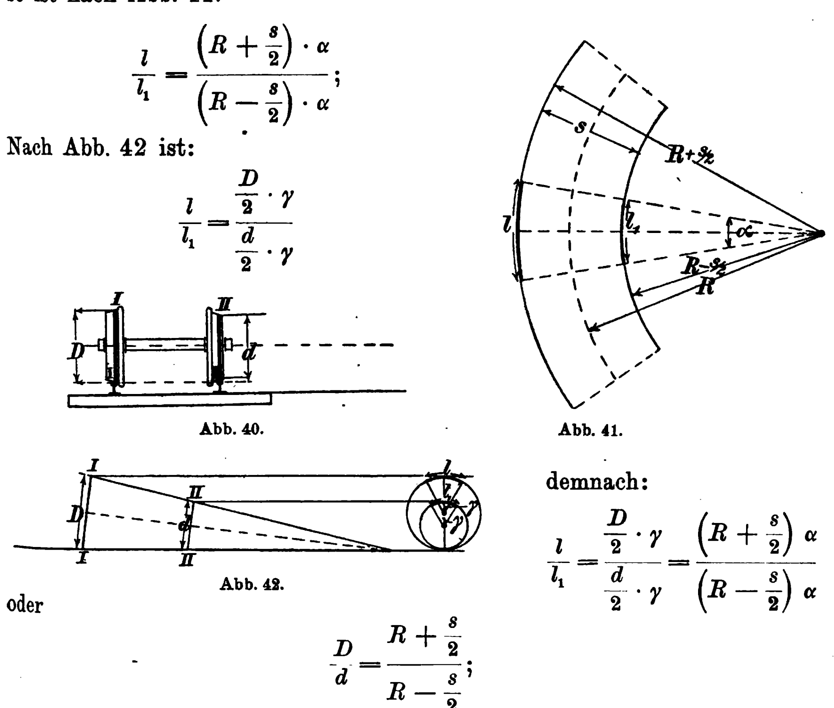


Abb. 40.

Abb. 41.

Abb. 42.

demnach:

$$\frac{l}{l_1} = \frac{\frac{D}{2} \cdot \gamma}{\frac{d}{2} \cdot \gamma} = \frac{\left(R + \frac{s}{2}\right) \alpha}{\left(R - \frac{s}{2}\right) \alpha}$$

oder

$$\frac{D}{d} = \frac{R + \frac{s}{2}}{R - \frac{s}{2}};$$

d. h. bei kegelförmiger Gestalt der Radreifen verhalten sich die Laufkreisdurchmesser wie die Halbmesser zugehöriger Bahnkreise.

Die Neigung der Kegelseite des Radreifens beträgt 1:20. Damit nun die Schienen nicht nur an der innern Laufkante des Schienenkopfes belastet werden und ein zu starker Verschleiß eintritt, wurde die Schiene ebenfalls um 1:20 gegen die Wagrechte oder 20:1 gegen die Lotrechte nach innen geneigt (Abb. 43); die Belastung erfolgt dann zentrisch in Mitte der Schienenkopffläche.

Nachteil: Die kegelförmigen Radreifen rufen ein Schlingern (seitliches Hin- und Herbewegen) des Fahrzeuges in der Geraden hervor.

Weitere Vorteile: Die Abnutzung der Schiene ist eine gleichmäßige, die Widerstandsfähigkeit der Schiene gegen Umkanten wird vergrößert, die Überhöhung der äußeren Schiene und die dadurch bedingte Drehung des Gleises veranlaßt infolge der Innenneigung der inneren Schiene keine so ungünstige Beanspruchung derselben, als wenn die senkrechte Schwerpunktsachse (Mittellinie) in lotrechter Lage in das Gleis eingebaut würde.

Bei einer Überhöhung von 75 mm steht die Mittellinie der unter 1:20 nach innen geneigten inneren Schiene erst lotrecht. Man vermeidet nach Möglichkeit eine zu große Gleisüberhöhung, um die erwähnte ungünstige Stellung der Schwerachse der inneren Schiene über die lotrechte Gleisachsenrichtung hinaus zu umgehen. In den Weichen wird die Seitenneigung 1:20 nicht ausgeführt (vgl. S. 142).

c. Die Schiene.

I. Allgemeines.

Die Schienen bilden den wichtigsten Teil des Gleises. Sie zeigen im Querschnitt meist eine I-ähnliche Form und bestehen im allgemeinen aus Kopf, Steg und Fuß (Abb. 43).

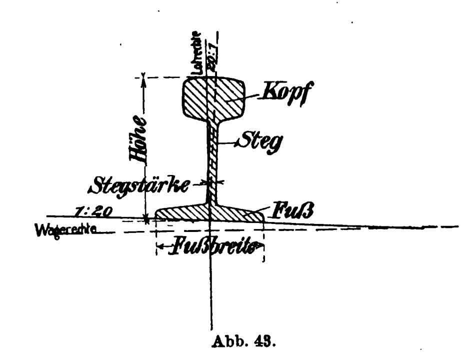


Abb. 43.

Zweck: Die Schienen haben die Radlasten der fortzubewegenden Fahrzeuge unmittelbar aufzunehmen, die Räder zu führen und ihnen eine ebene und glatte Bahn zu bieten, so daß bei den großen vom Verkehr verlangten Geschwindigkeiten Erschütterungen und unregelmäßige Bewegungen möglichst vermieden werden können und die Betriebssicherheit vervollkommnet wird. Die auf die Schienen wirkenden äußern Kräfte kann man in senkrechte, wagrechte und in der Längsrichtung wirkende zerlegen.

1. Äußere Kräfte, welche in senkrechter Richtung zu einer durch die Schienenoberkanten gelegten Ebene wirken.

Als senkrecht wirkende Kraft kommt hauptsächlich der Raddruck D in Betracht.

Hauptbahngleise, die von Lokomotiven befahren werden, müssen Fahrzeuge von 7,5 t Raddruck (im Stillstand gemessen) mit Sicherheit aufnehmen können.

Der Oberbau der Hauptgleise von Hauptbahnen muß beim Neubau, wie bei der in zusammenhängender Strecke erfolgenden Erneuerung eine Tragfähigkeit

a. im allgemeinen für mindestens 8 t,
b. auf besonders stark beanspruchten Strecken für mindestens 9 t Raddruck (im Stillstand gemessen) erhalten.

Inwieweit diese Vorschriften auch für Nebenbahnen aus Rücksicht für die Landesverteidigung anzuwenden sind, bestimmt die Landesaufsichtsbehörde im Einvernehmen mit dem R. E. A. (B. O. § 16).

Für vollspurige Lokalbahnen, auf welche alle gewöhnlich vorkommenden Hauptbahngüterwagen übergehen sollen, ist die Anwendung eines Raddruckes bis zu 6 t zulässig.

Für vollspurige Lokalbahnen, auf welche nur ein teilweiser Übergang von Wagen der Haupteisenbahnen erfolgt, ist, der Tragfähigkeit des Oberbaus entsprechend, ein Raddruck bis 5 t zulässig.

Für vollspurige Lokalbahnen ohne Übergang von Hauptbahngüterwagen und für Schmalspurbahnen wird empfohlen, als größten Raddruck anzunehmen bei der Spurweite von:

1,435 m	1,00 m	75 cm	60 cm
5 t	4,5 t	4 t	3,5 t.

(Gz. f. L. § 44.)

Die senkrecht ruhenden Lasten erfahren bei der Bewegung der Fahrzeuge Vergrößerungen oder Verminderungen. Diese werden hervorgerufen

a. durch die Federschwingungen der Lokomotive und Wagen;
b. durch die infolge des schlechten Zustandes der Bahn und des Fahrzeuges entstehenden Massenwirkungen, welche eine Entlastung einzelner Achsen und eine Mehrbelastung benachbarter zufolge haben;
c. durch die Druckveränderungen, welche die Triebräder der Lokomotive infolge der Fliehkraft der an ihnen angebrachten Gegengewichte erleiden;
d. durch die Durchbiegungen der Schienen und durch die aus a—c entstehenden lotrechten Schwingungen des biegsamen Gleises.

Die Größe des senkrechten Druckes kann durch diese Ursachen erfahrungsgemäß bei den großen vorkommenden Geschwindigkeiten auf das 2 bis 2,5fache sich steigern.

2. Kräfte, die zu einer durch die Schienenoberkanten gelegten Ebene gleichgerichtet sind.

Diese Kräfte rühren hauptsächlich von den bewegten Fahrzeugen her und sind teils seitliche Führungsdrücke (besonders in Krümmungen), teils die Folge von unregelmäßiger Gleislage oder zufälliger Seitenwirkungen (Wind). Genügend genau können diese bis $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ des vorhandenen Raddrucks, je nach Geschwindigkeit des Fahrzeuges, wachsen.

3. Kräfte, die in der Längsrichtung der Schiene wirken und eine Bewegung der Schiene in der Kraftrichtung (Wandern) veranlassen können.

Diese können auftreten:

a. in der Fahrtrichtung: hervorgebracht durch das Schlagen und Stoßen der Räder, durch die rollende Reibung derselben und die gleitende Reibung gebremster Räder;

b. gegen die Fahrtrichtung: veranlaßt durch die gleitende Reibung der Triebräder und die lebendige Kraft aller gebremsten Räder.

Alle diese Kräfte bedingen eine äußerst widerstandsfähige Schiene.

Die Größe des Widerstandes hängt ab von dem Stoffe, der Form und den Abmessungen der Schienen.

II. Der Baustoff und die Abnahme der Schienen.

Zurzeit werden die Schienen nur noch aus Flußstahl hergestellt, einem schmiedbaren Eisen, das in flüssigem Zustande gewonnen wird und sehr große Festigkeit, Zähigkeit und Härte besitzt. (Näheres siehe Baustofflehre.) Der Flußstahl besitzt 0,25—1,5% Kohlenstoff, als Einheitsgewicht ist 7,86 bestimmt.

Die Überwachung der Herstellung und die Abnahme der Schienen erfolgt von seiten der Bahnverwaltungen auf Grund festgelegter Bedingungen (Lieferungs- und Abnahmebedingungen) durch eigens hierfür bestimmte Abnahmeingenieure.

In Preußen sind besondere Abnahmeämter in Essen und Breslau eingerichtet.

Die Güte des Schienenstahles wird durch Biegeproben, Zerreiß-, Druck- und Schlagproben festgestellt; in Deutschland wird eine Zugfestigkeit $\geq$ 6000 kg/qcm verlangt. Außerdem werden die äußeren Eigenschaften geprüft, wie Länge, Querschnitt, Gewicht, Lochung, richtige Lage der Schnittfläche usw.; ferner Fehlerfreiheit in bezug auf Risse, Schiefer. Von 200 fertigen Schienen wird im allgemeinen eine einer Prüfung unterzogen; genügt diese nicht, eine zweite, falls auch diese den Bedingungen nicht entspricht, so kann der ganze Satz verworfen werden.

Gut befundene Schienen werden gestempelt, mangelhafte zurückgewiesen und das erhabene Walzzeichen oder die Jahreszahl neben dem Fabrikzeichen behufs Kenntlichmachung entfernt.

Geringe Abweichungen in den äußeren Abmessungen sind zulässig, so:
für die Längen $\pm$ 3 mm, sofern die Schienenlänge $>$ 9 m ist, sonst $\pm$ 2 mm,
für die Höhe $\pm$ 0,5 mm,
für die Fußbreite $\pm$ 1 mm,
für die Stegstärke $\pm$ 0,5 mm,
für das Gewicht $\pm$ 2% (vgl. Abb. 43).

III. Die Form und die Abmessungen der Schienen.

Die Art der Einwirkung der äußeren Kräfte auf die Schiene ist von großer Wichtigkeit für die Ausbildung der Querschnittsform und der Abmessungen der Schiene.

Die Schiene wird durch die oben erwähnten senkrechten Kräfte auf Biegung beansprucht und stellt einen Träger auf mehreren Stützen dar, deswegen werden eine große Höhe und annähernd gleiche Gurtungsquerschnitte in möglichst großer Entfernung von der wagrechten Querschnittsschwerachse nötig. Die Innehaltung der richtigen Höhenlage der Schienenstützen ist, wie bei jedem Träger auf mehreren Stützen, dringend erforderlich, da Abweichungen die Beanspruchung der Schienen wesentlich erhöhen können.

Die wagrechten Kräfte rufen ein Kanten und eine seitliche Durchbiegung der Schienen hervor; das erstere verlangt einen breiten Fuß, das letztere eine genügende Seitensteifigkeit.

An Schienenformen kommen in Frage:

1. Die Doppelkopfschiene (Abb. 44), welche durch besondere Stühle unterstützt und z. Zt. in England fast ausschließlich und auch in Frankreich angewendet wird. In Deutschland ist sie neuerdings wieder versuchsweise verlegt worden.

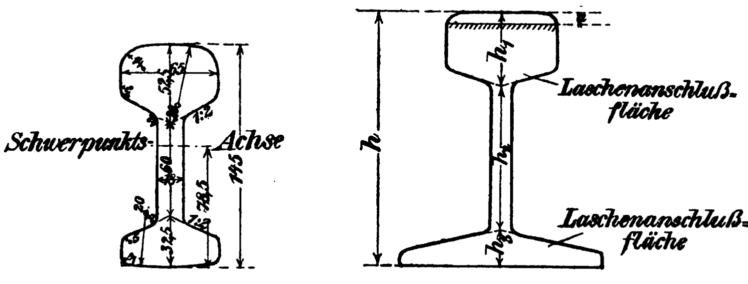


Abb. 44. Doppelkopfschiene. Abb. 45. Breitfußschiene.

Vorteil: Gute Walzbarkeit, widersteht infolge der Anwendung des Stuhlschienenoberbaus den Stoßbeanspruchungen besser, schnelle Auswechslung möglich.

Nachteil: Die Stühle erfordern mehr Material, daher entstehen große Kosten.

2. Die Breitfuß- oder Vignolesschiene, welche in Deutschland und hauptsächlich in Preußen meist Verwendung findet. Dieselbe hat annähernd die gleichen Vorteile, stellt sich jedoch billiger.

Die Höhe h derselben ist so gewählt, daß auch bei der größten zulässigen Abnutzung a der Schiene noch ein genügendes Widerstandsmoment vorhanden ist. Das Maß a beträgt in den Hauptgleisen 8—10 mm. Die Tragfähigkeit der Schiene hängt vom Widerstandsmoment W ab, die Steifigkeit der Schiene vom Trägheitsmoment J.

Die Schienenhöhe h setzt sich zusammen aus der Kopfhöhe h_1, der Steghöhe h_2 und der Fußstärke h_3 (Abb. 45).

Die Querschnittsfläche ähnelt der I-Trägerform und ist gleichgestaltet (symmetrich) zur lotrechten Achse ausgebildet und läßt ebenfalls eine gute Walzbarkeit zu.

Nach den T. V. § 5 soll der Kopf eine Breite $\geqq$ 57 mm besitzen, eine ebene oder eine mit mindestens 200 mm Halbmesser gewölbte Oberfläche haben, damit eine zentrische Belastung der Schiene ermöglicht wird; größere Kopfbreiten bis 70 mm werden empfohlen. Bei Neubeschaffungen von Schienen soll die seitliche Abrundung des Kopfes der Spurkranzform entsprechend mit einem Halbmesser von 14 mm erfolgen, so daß ein Hohllaufen der Radreifen, welche mit 15 mm ausgerundet sind, nicht eintreten kann. Bei Querschwellenoberbau mit breitfüßigen Schienen wird eine Schienenhöhe von nicht unter 125 mm und eine Schienenfußbreite von nicht unter 100 mm empfohlen. Zur Ausführung gelangen für Hauptbahnen meist Breiten von 105—130 mm. Durch eine zu kleine Fußbreite wird die Gefahr des Kantens vermehrt und damit die Beanspruchung der Befestigungsmittel erhöht, ein Einarbeiten der Schiene in die Unterlagen wird begünstigt; eine zu große Breite erschwert die gute Walzbarkeit.

Der Kopf ist stark durch eine geneigte Ebene unterschnitten, ebenso erfolgt der Übergang vom Steg zum Fuß durch eine gleich geneigte Ebene.

Diese Flächen heißen die Laschenanschlußflächen, da die entsprechend ausgebildeten Teile der zur Deckung der Zwischenräume aneinanderstoßender Schienen (Stoßlücken) erforderlichen Befestigungsmittel (die Laschen) sich dagegen setzen.

Die Neigung dieser Flächen soll zwischen 1 : 4 bis 1 : 2 betragen, sie darf nie zu flach sein. Bei zu geringer Neigung würde beim Anziehen im Betriebe gelockerter oder etwas abgenutzter Laschen (Nachspannen) bald eine Berührung des Steges, ein Einfressen der Laschen in diesen und eine schwere Schädigung der Schiene und des Oberbaus eintreten.

In Preußen beträgt die Neigung 1 : 4.

Die Stegstärke wird bei Hauptbahnen zu 11—18 mm, bei Nebenbahnen $\geqq$ 10 mm gewählt, die Fußhöhe = 19—25 mm, die Fußbreite 100 bis 130 mm, die Schienenhöhe für Hauptbahnen im allgemeinen 130—147 mm.

Die Schienenenden werden am Kopf 1—2 mm breit durch Ebenen mit einer Neigung von 45° gegen die Oberfläche abgefaßt, um unbeabsichtigte Formänderungen und Beanspruchungen beim Befahren der Schiene am Stoß zu vermeiden.

Gewicht der Schiene. Dasselbe bewegt sich je nach den Verhältnissen zurzeit zwischen 33,00 bis 52,0 kg für 1 lfd. Meter bei Hauptbahnen, die Schienen der Nebenbahnen haben zum Teil geringere Gewichte (vgl. auch die Tabelle S. 56).

Im allgemeinen bestehen zwischen der Schienenhöhe, dem Trägheitsmoment, dem Widerstandsmoment, der Querschnittsfläche und dem Gewichte der Schiene annähernd folgende Beziehungen (nach Hütte 1909 S. 500):

Trägheitsmoment $J = 0{,}032\, h^4 \text{ cm}^4$,

Widerstandsmoment $W = \frac{J}{e} = 0{,}064\, h^3 \text{ cm}^3$.

Querschnittsfläche $F = 0{,}238\, h^2$ qcm,

Gewicht $G = 0{,}187\, h^2 = 0{,}786\, F$ kg. für 1 lfd. m.

Das Trägheitsmoment bewegt sich meist zwischen 1000—1700 cm^4, das Widerstandsmoment zwischen 150—230 cm^3.

IV. Längen der Schienen.

Die gewöhnlichen Längen der Schienen betragen meist 12—15 m, dieselben sind in der Regel möglichst groß zu bemessen.

Vorteile langer Schienen: Die Anzahl der Stoßstellen, welche die schwächsten Punkte des Schienenstranges sind, werden vermindert. Die Gleisbeanspruchung nimmt ab, die aufzuwendende Zugkraft wird geringer, das Wandern wird vermindert.

Nachteile: Die Stoßlücken, welche den nötigen Raum für die Ausdehnung der Schiene infolge der Wärme bieten müssen, werden größer, dies ruft ein zu großes Einsinken der Räder am Stoß hervor und wirkt auf den guten Bestand des Gleises schädlich ein, das größere Gewicht verursacht Beförderungsschwierigkeiten und vermindert die Beweglichkeit beim Verlegen der Schienen.

Größere Schienenlängen von 18,0 m (bis 20,0 m) kommen für Tunnel, Wegübergänge, Untergrundbahnen, überdeckte Hallen und auf kleinen Eisenbahnbrücken vor. Die Schienen müssen hierbei möglichst vor den Sonnenstrahlen geschützt werden (so z. B. durch Einbettung), so daß keine zu große Wärmelücken entstehen.

Außer diesen regelmäßigen Längen kommen auch noch Paßstücke vor. Es sind dies Schienenstücke, deren Länge je nach Bedarf hergestellt wird, um etwa entstehende Gleislücken auszufüllen, die durch Schienen üblicher (normaler) Länge nicht geschlossen werden können.

V. Ausgleichschienen.

Da in Gleiskrümmungen die Schienenstöße desselben Gleises sich ebenso wie in der Geraden tunlichst rechtwinklig einander gegenüberliegen und grundsätzlich im äußern Strange die Schienen mit vollen Längen (Vollschienen) Verwendung finden sollen, so müssen im innern Strange neben diesen verkürzte Schienen oder Ausgleichschienen, oder letztere allein znr Verwendung kommen.

Für jede Schienenlänge gibt es bei den preußisch-hessischen Bahnen nur 3 Ausgleichslängen, um nicht die Verschiedenheit der Oberbauteile unnötig zu vermehren.

Für $l = 12{,}0$ und $15{,}0$ m nehmen die Schienenlängen für jede Ausgleichschiene je um das gleiche Maß von 40 mm ab, für $l = 18{,}0$ m um je 45 mm, so daß nebenstehende Längen (Tabelle S. 52) vorhanden sind.

Das größte Maß der Verkürzung k gegen die Vollschienen beträgt daher 120 bzw. 135 mm.

Für Schiene 6e (1909), sowie 10a und 11a (s. auch S. 56) sind noch 2 weitere Ausgleichschienen, 11,840 und 11,800 m lang, vorgesehen. Grund: Verwendung bei Nebenbahnen mit kleinen Halbmessern (bei Krümmungen unter 150 m Halbmesser).

Voll-Schienen-länge in m	Verkürzung in mm	Längen der Aus-gleichschienen in m
$l = 12{,}0$	40	11,960
	80	11,920
	120	11,880
$l = 15{,}0$	40	14,960
	80	14,920
	120	14,880
$l = 18{,}0$	45	17,955
	90	17,910
	135	17,865

Die Stoßstelle im innern Strang darf höchstens um $\frac{k}{2}$ gegen die richtige, rechtwinklige Lage verschoben werden, damit eine zu starke schiefe Anordnung der Schienenunterstützung (Querschwellen) vermieden wird. Unterschiede, die trotz der Ausgleichschienen noch bleiben, werden durch die Größerbemessung der Stoßlücken ausgeglichen.

Im allgemeinen wird im Innenstrange eine Ausgleichschiene unbedingt dann eingelegt werden müssen, wenn ein am Ende der Außenschiene angelegtes rechtwinkliges Winkelmaß ein Vorschreiten der Innenschiene anzeigt, welches $\geqq \frac{k}{2}$ ist (Abb. 46). Das Verlegen der Ausgleichschienen wird durch Hilfstafeln unterstützt, in denen die Anzahl und die Reihenfolge der Bogenschienen angegeben ist.

Die Ausgleichschienen werden durch Körnungen von 3 mm Durchmesser im Abstande von 500 mm vom Schienenende auf einer Seite gekennzeichnet. Je eine Körnung, welche einen gegenseitigen Abstand von 50 mm haben, bedeutet ein entsprechend Vielfaches der Kürzungseinheit, so daß z. B. bei 2 Körnern die Länge der Ausgleichschiene bei 12 m Vollschienen $l = 12{,}0 - 2 \cdot 0{,}040 = 11{,}920$ m beträgt. Neuerdings werden die verschiedenen Längen der Ausgleichschienen durch Löcher von 20 mm Durchmesser gekennzeichnet.

Die Verkürzuug d des innern Bogens einer Gleiskrümmung erhält man unter Benutzung der Abb. 46 wie folgt:

l_a = Länge des äußeren Bogens,

l_i = Länge des inneren Bogens,

s = Spurweite.

$$d = l_a - l_i.$$

Genügend genau ist:

$$\frac{d}{s} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$d = s \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{d}{s} = \frac{l}{R} = \text{rd. } \operatorname{tg} \alpha.$$

$$d = s \cdot \frac{l}{R}.$$

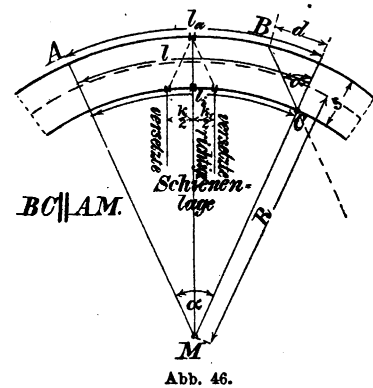


Abb. 46.

Für 12 m lange Schienen ergibt sich:

R in m	d in mm
180	100
300	60
500	36

Ist z. B. $l_a = 12{,}0$ m, so ergibt sich daraus für $R = 500$ m

$$l_i = l_a - d = 12{,}0 - 0{,}036 = 11{,}964 \text{ m}.$$

Nun ist leicht festzustellen, ob die Verwendung einer Ausgleichschiene notwendig und zweckmäßig ist, ferner welche Länge derselben verwendet werden muß. Hier würde eine Ausgleichschiene mit 11,960 m Länge erforderlich sein.

VI. Wärmelücke, Stoßlücke.

Zwischen zwei aneinanderstoßenden Schienen muß, wie bereits oben kurz erwähnt, ein angemessener Zwischenraum, die Wärmelücke, vorhanden sein, damit die Verlängerung der verlegten Schienen infolge der Erwärmung möglich ist. Für die Schienendauer und Gleiserhaltung muß diese Lücke richtig bemessen und während des Betriebes auch gewahrt bleiben; fehlt der nötige Spielraum, so treten Stauchungen und Verwerfungen des Gleises ein, welche meist zu Entgleisungen der Züge führen.

Für die Berechnung der Wärmespielräume wird eine Längenänderung von $\frac{1}{85}$ mm für 1 m Schienenlänge und 1^0 Celsius Wärmeunterschied zugrunde gelegt.

Die Wärmespielräume ergeben sich für die verschiedenen Schienenlängen demnach wie folgt:

a. bei Gleisen im Freien.

Luftwärme (Celsius)	Wärmespielraum für Schienenlängen von 12,0 m	15,0 m
	mm	mm
$+30^0$	4	5
$+15^0$	6	7,5
$+\ 0^0$	8	10
-15^0	10	12,5
-30^0	12	15

b. bei Gleisen in Tunneln.

Luftwärme im Tunnel (Celsius)	Wärmespielraum für Schienenlängen von 12,0 m	18,0 m
	mm	mm
$+20^0$	1	1
$+10^0$	2,5	3
$+\ 0^0$	4	5
-10^0	5,5	7

Bei den einzelnen, auf kleinen Brücken oder in Wegübergängen zu verlegenden Schienen von 18,0 m Länge genügt der für die anschließende Schienenlänge erforderliche Spielraum.

Zwischen den Schienen kommt ein Spielraum zur Ausführung, welcher größer sein muß als die Wärmelücke, um unvermeidliche Ungenauigkeiten in der Schienenlänge und die Schieflage der Stöße in den Gleisbögen auszugleichen. Dieser wirkliche Abstand der Schienenenden heißt die Stoßlücke. Sie soll keinesfalls mehr betragen als 15—20mm mit Rücksicht auf die Stoßwirkung der Räder.

VII. Die Schienenlochung.

Um die sichere Lage der Schienenenden und die Tragfähigkeit des Gleises auch an der Stoßstelle genügend zu gewährleisten, werden die Schienenenden beiderseits mit Laschen versehen, welche durch wagrecht liegende Bolzen (Laschenschrauben oder Laschenbolzen genannt) verbunden werden. Die Schienen müssen daher an ihren Enden die erforderlichen Löcher zum Durchstecken dieser Laschenbolzen erhalten

Lasche — Laschenbolzen — b

Abb. 47.

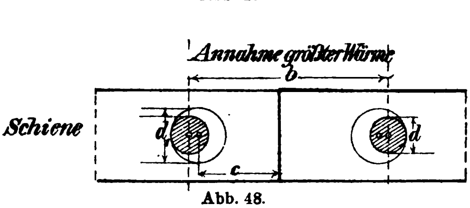


Abb. 48.

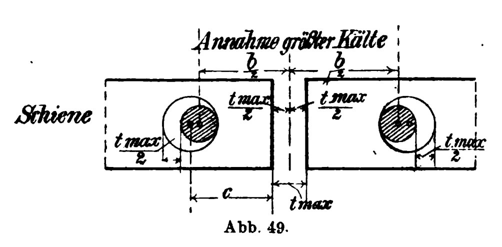


Abb. 49.

Die Schienenlöcher werden jetzt meistens an den beiden Schienenenden in kreiszylindrischer Form hergestellt.

Die Größe des Lochdurchmessers ist so zu wählen, daß die Längenänderungen der Schiene bei wechselnder Wärme möglich, die Erweiterung der Stoßlücke in Gleiskrümmungen ausführbar und der Bolzen durch die beim Befahren im Betriebe sich herunterbiegenden Schienen nicht abgeschert wird.

Der größte Wärmespielraum sei t_{max} (vgl. Abb. 47, 48 u. 49). Man erhält demnach, wenn der Bolzendurchmesser $= d$ ist:

den Lochdurchmesser

$$d_1 = d + \frac{t_{max}}{2}.$$

Für Preußen wird $t_{max} = 12$ mm für 12 m lange Schienen gewählt und $d = 22{,}3$ mm ausgeführt.

Demnach: $d_1 = 22{,}3 + 6 =$ rd. 30 mm, wobei 1,7 mm Spielraum vorhanden ist.

Für 12 und 15 m lange Schienen ist $d_1 = 30$ mm, für 15 m lange Blattstoßschienen und 18 m lange Schienen ist $d_1 = 33$ mm vorgesehen worden.

Falls der feste Bolzenabstand $= b$ ist und c der Abstand der Lochmitte vom Schienenende, so wird:

$$c = \frac{b}{2} + \frac{d}{2} - \frac{d_1}{2}$$

$$c = \frac{1}{2}(b + d - d_1).$$

VIII. Die Schienenprofile der preußisch-hessischen Staatsbahnen.

Zurzeit kommen bei Neubeschaffungen 6 Schienenprofile in Frage, welche durch die Nummern 6—9, 15 und 16 bezeichnet werden. Diese finden für die jetzigen Belastungen Verwendung für Hauptbahnen und für Nebenbahnen (Pr. H. V. f. O. 1909) wie folgt:

Für Hauptbahnen			Für Nebenbahnen		
Raddruck	Schienenform	Schwellenabstand der Mittelschwellen in mm	Raddruck	Schienenform	Schwellenabstand der Mittelschwellen in mm
bis 9 t	15	600	bis 7,6 t	6	680
„ 8,5 t	8	600	„ 7 t	6	720
„ 8 t	8	630			
„ 7,6 t	6	680			

Die Unterschiede in der Schienenlänge und in der Lochung werden durch der Nummer beigefügte, kleine lateinische Buchstaben, z. B. a, b, c, d, e, g und i gekennzeichnet. Am wichtigsten sind die Profile 6^e, 7^d, 7^e, 8^b, 8^d, 9^d, 9[illegible], 9^i, 15^a, 15^b, 15^c 16^a 16^b, 16^d, 16^g.

Bislang wurden auf Nebenbahnen noch die Formen 10 und 11 verwendet; die vorhandenen Bestände hiervon werden in Zukunft nur noch aufgebraucht. Verlegungen dieser Formen für Neubauten von Nebenbahnen finden nicht mehr statt. Das stärkere Profil Form 10^a wurde bei einem Raddrucke von 7 t, Form 11^a mit lotrecht stehender Schiene für einen Raddruck ≤ 6 t verwendet.

Die Unterschiede in den Hauptmaßen der gebräuchlichen Schienenformen sind aus nebenstehender Zusammenstellung (S. 56) ersichtlich.

Die Profile Nr. 7, 8, 9, 15 und 16 haben einen geradlinig begrenzten Steg. Die Schienen 6 und 7, 8 und 9, 15 und 16 haben je eine gemeinschaftliche Grundform, sie unterscheiden sich je voneinander nur durch die Stegstärke, so daß die Laschenquerschnitte jeder Gruppe unter sich vollkommen gleich sind. Nur bei den Schienen 8^d und 9^i findet der Querschnitt der Laschen Form 15 Verwendung. Dies hat den großen Vorteil, daß möglichst wenig verschiedene Laschenformen auf Lager gehalten werden

Gruppe	Schiene Nr.	Länge in m	Gewicht für das lfd. m in kg	Höhe in mm	Kopfhöhe in mm	Kopfbreite in mm	Stegstärke in mm	Fußbreite in mm	Trägheitsmoment cm^4	Widerstandsmoment cm^3	Stoß
I	6^e	12,0	33,40	134	31,75/39	58	11	105	1037	154	Stumpfstoß
	7^d	15,22	37,24	134	31,75/39	58	18	105	1063	157	Blattstoß
	7^e	18,0	37,24	134	31,75/39	58	18	105	1063	157	Stumpfstoß
II	8^b	15,0	41,00	138	30/39	72	14	110	1352	193	Stumpfstoß
	8^d	15,0	41,00	138	30/39	72	14	110	1352	193	Stumpfstoß, gekuppelte Stoßschw.
	9^d	15,22	43,43	138	30/39	72	18	110	1363	197	Blattstoß
	9^e	18,0	43,43	138	30/39	72	18	110	1363	197	Stumpfstoß
	9^i	18,0	43,43	138	30/39	72	18	110	1363	197	Stumpfstoß, gekuppelte Stoßschw.
III	15^a	15,0	45,05	144	34,5/43,5	72	14	110	1583	217	Stumpfstoß (Breitschwelle)
	15^b	15,0	45,05	144	34,5/43,5	72	14	110	1583	217	Stumpfstoß, gekuppelte Stoßschw. bzw. Rippenschwelle und Rippendoppelschwelle
	15^c	15,0	45,05	144	34,5/43,5	72	14	110	1583	217	
	16^a	15,20	47,28	144	34,5/43,5	72	18	110	1598	220	Blattstoß (Breitschwelle)
	16^b	15,20	47,28	144	34,5/43,5	72	18	110	1598	220	Blattstoß (sonst wie bei 15^b)
	16^c, 16^d, 16^g	18,0	47,28	144	34,5/43,5	72	18	110	1598	220	Stumpfstoß, gekuppelte Stoßschwelle, Rippendoppelschwelle
	Alte Nebenbahnprofiele:										
	10^a	12,0	31,16	129	26,75/34	58	11	105	971	138	Stumpfstoß
	11^a	12,0	27,55	115	25,75/33	58	10	100	641	112	Stumpfstoß

müssen. Die Vorzüge der Schienenprofile 8 und 9, sowie 15 und 16 liegen in der großen Kopfbreite und den dadurch geschaffenen breiten Anschlußflächen. Die für die Bemessung der Leistungsfähigkeit des Oberbaus maßgebenden Schienenformen sind 6, 8 und 15. Die 18 m langen mit Docksteg versehenen Schienen Profil 7^e, 9^e, 9^i, 16^c, 16^d und 16^g werden in der Regel als zusammenhängendes Gleis in längeren Tunneln eingebaut, doch werden sie zur Vermeidung von Schienenstößen auf kleinen Brücken oder in Wegeübergängen auch einzeln in andere Oberbaustrecken gleichartiger Profilform verlegt. Der Oberbau 7^d (Blattstoß) wird nur auf Brücken verwendet, um die Wirkung der Stöße und das Geräusch herabzumindern, auch bei gemauertem Unterbau; der Oberbau 9^d und 16^a versuchsweise ebenda.

Bei Schiene 6^e s. Abb. 50 wird außer der üblichen Schienenlänge von 12,0 m noch eine Länge von 10,0 m nebst Ausgleichschienen von 9,96—9,92—9,88 m Länge (bzw. 9,84 bei Halbmessern unter 150 m) vorgesehen, um zu verhindern, daß ein Schienenstoß in einen Wegübergang fällt; aus gleichen Gründen sind bei Profil 8^b, 8^d, 15^{a-c} und $16^{a,b,e}$ außer der Regellänge von

15 m noch kleinere Längen von 12 m nebst den Ausgleichschienen von 11,96—11,92—11,88 m Länge, sowie Schienen 7^{d}, 9^{d} und 16^{e} mit 12 m Baulänge nebst den Ausgleichschienen von 11,96—11,92—11,88 m Baulänge und Schienen für den Übergang vom stumpfen Stoß zum Blattstoß mit einer Baulänge von 12 m für Schienen 7^{d}, 9^{d} und 16^{e} im Gebrauch.

Die bislang verlegten Schienen, mit welchen ein großer Teil der preußisch-hessischen Bahnen noch ausgerüstet ist, hat die Bezeichnungen 6^{b}, 6^{d}, 7^{b}, 7^{c}, 8^{a}, 9^{b} und 9^{c}.

Das Schienenprofil 8 ist in Abb. 72 ersichtlich.

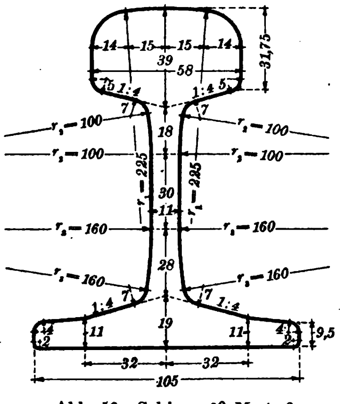


Abb. 50. Schiene 6^{e} M. 1 : 3.

d. Die Schienenunterlagen.

I. Allgemeines.

Zweck: Die Schienenunterlagen haben den Zweck, die von den Schienen übernommene, durch die Fahrzeuge hervorgerufene Belastung auf eine ihr entsprechende große Unterstützungsfläche, welche meist durch die Bettung gebildet wird, zu übertragen.

Sie können ausgebildet werden als Einzelstützen, als Querschwellen und als Langschwellen.

1. Einzelstützen.

Es kommen hier lediglich Steinunterlagen, meist annähernd in Würfelform, in Frage. Diese werden nur in Nebengleisen verwendet, so z. B. bei Wagenreinigungsscheiben, Entseuchungsanlagen, Viehrampen, Lokomotivschuppen, Schiebebühnen usf.

2. Querschwellen.

Man unterscheidet: a. Holzquerschwellen,
b. Flußeiserne Querschwellen,
c. Betoneisenschwellen.

3. Langschwellen.

a. Mehrteilige Formen mit selbständiger Schiene und eiserner Langschwellenunterstützung.

Dieselben haben sich nicht bewährt und werden nicht mehr eingebaut; bei den Hauptbahnen wird der Langschwellenoberbau sogar seit längerer Zeit entfernt.

Wesentliche Nachteile desselben sind: Eine genügende Entwässerung ist für die Dauer nicht zu ermöglichen, die genaue Spurhaltung ist nicht zu erreichen. Die Unterhaltungskosten sind sehr große, denn die Drücke werden nur auf einen schmalen Streifen des Planums übertragen, dadurch entstehen

5*

Eindrückungen und Aufquellungen des Erdreichs, welche die Durchlässigkeit der Bettung beeinträchtigen.

b. Einteilige Formen.

Zurzeit kommen hier nur die Schwellenschienen in Frage, welche bei Nebengleisen, für Hafengleise in Pflasterbahnen in Anwendung sind und sich da bewährt haben.

II. Die Querschwellen.

1. Die Holzquerschwellen.

Folgende Anforderungen sind an eine Holzschwelle zu stellen:

1. Sie muß genügenden Widerstand leisten können gegen Druck; hierzu muß die gewählte Holzart die nötige Härte und die Schwelle die genügenden Abmessungen besitzen.

2. Die nötige Sicherheit gegen das Ausziehen der Schienenbefestigungsmittel, sowie gegen mechanische Zerstörungen (Zernageln, Aufspalten, Einfressen und Zerdrücken der Holzfaser) muß vorhanden sein.

3. Das Eintreten der Fäulnis muß möglichst verhindert werden.

Als Holzarten gelangen hauptsächlich zur Verwendung: Eiche, Kiefer, Lärche und neuerdings vielfach Buche.

a. Lieferungsbedingungen und Abmessungen unter Berücksichtigung der Vorschriften für die vereinigte preußisch-hessische Staatseisenbahnverwaltung.

1. Material.

Die Schwellen müssen aus gesundem, kernigem und festem Holze gefertigt sein, welches weder Wurmfraß, Eisklüfte, faule Astlöcher aufweisen, noch überspänig oder wipfeldürr sein darf, auch frei von Ausspundungen oder eingesetzten Ästen sein muß. Wenige, aber nur gesunde Äste sind zulässig. Das zu den Schwellen zu verwendende Holz soll zur Zeit der Saftruhe im Winter gefällt werden.

Buchene Schwellen sind ausschließlich aus weiskernigem Holze herzustellen, solche aus rotkernigem sind, wegen des ungünstigen Verhaltens beim Tränken (s. S. 61) auszuschließen.

Die Schwellen sind frei von Borke anzuliefern und dürfen keine erheblichen Risse zeigen. Als erheblich sind alle Risse zu bezeichnen, welche mehr als 30 cm in die Schwelle hineinreichen. Auch geringe, in Richtung des Halbmessers liegende (radiale) Risse machen die Schwelle unbrauchbar, wenn sie den ganzen Querschnitt durchsetzen und zugleich an den Schwellenköpfen in einer größeren Zahl als drei auftreten.

Sind bei einzelnen Schwellen Anzeichen des Reißens vorhanden (besonders häufig bei getränkten, buchenen Schwellen eintretend), so müssen

die Schwellen gegen weiteres Aufreißen durch 12 bis 15 cm hohe S-förmig gebogene Haken aus 2 mm starken und 3 bis 4 cm breiten Bandeisen mit keilförmigem Querschnitt (Messereisen), welche an den Stirnseiten einzuschlagen sind, geschützt werden; auch Tannenholzdüben werden verwendet, ferner werden Schraubbolzen mit breiten Unterlagsscheiben unter Kopf und Mutter, quer durch die Schwelle gezogen.

2. Abmessungen.

Die Abmessungen der Schwellen richten sich nach der Bahngattung; sie müssen eine den Lasten entsprechende, genügende Tragfähigkeit gewährleisten. Die Steifigkeit der Schwellen muß derart sein, daß durch Verbiegen eine Spuränderung nicht eintritt.

Für die Hauptgleise der Hauptbahnen werden im allgemeinen Schwellen von 2,7 m Länge, für Nebenbahnen und Nebengleise solche von 2,5 m, für Schmalspurbahnen solche von einer Länge gleich dem 1,7 bis 1,8fachen der Spurweite verwendet.

Der Querschnitt ist meist rechteckig oder trapezförmig.

Die Schwellen werden in Preußen nach Klassen eingeteilt.

a. Bahnschwellen I. Klasse für Hauptbahnen.

Schwelle Ia: Länge 2,7 m; rechteckiger Querschnitt: Breite mindestens 26 cm, Höhe mindestens 16 cm.

Ein Fünftel dieser Schwellen erster Klasse kann mit folgenden Abweichungen geliefert werden:

Breite mindestens 25 cm, Höhe mindestens 16,5 cm
oder Breite mindestens 27 cm, Höhe mindestens 15,5 cm.

Die Lagerfläche sämtlicher Schwellen muß vollkantig sein. An den oberen Flächen ist auf jeder Seite eine Waldkante zulässig. An den Lagerstellen der Schienen jedoch, d. h. in der Entfernung von 50 bis 70 cm von jedem Ende gemessen, muß die Auflagerfläche mindestens 16 cm Breite haben. Die Waldkante darf keinesfalls an der Lagerstelle größer als 6 cm auf einer Seite sein, sonst nicht mehr als 8 cm in Höhe oder Breite betragen.

Schwelle Ib. Es ist zulässig, daß bis zu 10% der Schwellen Klasse I in 2,7 m Länge und einem Querschnitte $^{15}/_{25}$ oder $^{16}/_{24}$ mit mindestens 16 cm breiter oberer Auflagerfläche für die Schienenlager zu einem um 10% ermäßigten Preise geliefert werden. Diese Schwellen erhalten das Zeichen Ib.

b. Bahnschwellen II. Klasse für Nebengleise und Nebenbahnen. Länge 2,5 m; rechteckiger Querschnitt: Breite mindestens 24 cm, Höhe mindestens 14 cm.

Ein Fünftel dieser Schwellenklasse kann in hiervon abweichenden Abmessungen geliefert werden. Es soll jedoch sein:

die Breite mindestens 23 cm, die Höhe mindestens 15 cm
oder die Breite mindestens 25 cm, die Höhe mindestens 13 cm.

Die Lagerflächen müssen auch hier vollkantig sein. Für die Lagerstellen der Schienen, d. h. in Entfernung von 40 bis 60 cm von jedem Ende gemessen gilt das gleiche wie oben, jedoch können beliebig große Waldkanten außerhalb der Schienenauflagerflächen vorhanden sein. Die

Breite der Lagerflächen darf jedoch bis zur Höhe von 6 cm über Schwellenunterfläche nicht kleiner als die obigen Mindestmaße (23, 24, 25 cm je nach Höhe) und die Höhe nicht kleiner als 13 cm sein.

Alle Schwellen müssen in der vorgeschriebenen Länge und Stärke winkelrecht mit der Säge geschnitten oder nach allen Richtungen hin gerade beschlagen und an den Köpfen rechtwinklig geschnitten sein. Die Schwellen sollen im allgemeinen gerade sein; bis zu 10% können jedoch auch eine geringe wagerechte Krümmung haben, deren Pfeilhöhe bei den gewöhnlichen Bahnschwellen höchstens 10 cm (bei den Weichenschwellen nur 5 cm) betragen darf. Zu den Stoßschwellen werden die besten, vollkantigen Schwellen verwendet. Es werden hierzu normale Schwellen und für die neueren Oberbauarten Breitschwellen (16 cm hoch, 52 cm breit) oder gekuppelte Schwellen benutzt (s. Abb. 51, 52 u. 53.)

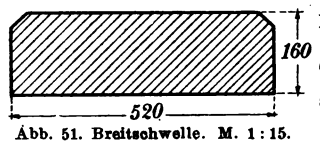


Abb. 51. Breitschwelle. M. 1 : 15.

Die Breitschwelle besitzt den Nachteil, daß sie sich wirft und somit windschief wird, auch stellt sich die Beschaffung teuer. Daher werden die Schwellen besser gekuppelt. Zu diesem Zweck werden zwei gewöhnliche miteinander verbunden, wobei möglichst vollkantige, an den Anlageflächen gut zusammenpassende Schwellen auszuwählen sind. Die Verbindung erfolgte zuerst durch 5 eiserne Doppeldübel (s. Abb. 52a u. b). Da sich diese Verbindung

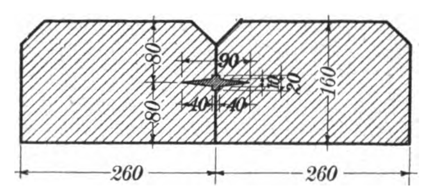


Abb. 52a. Gekuppelte Stoßschwelle. 1907. M. 1 : 10.

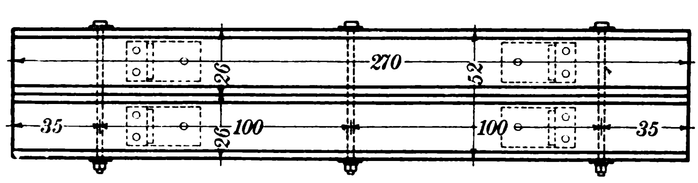


Abb. 52b. Grundriß der gekuppelten Stoßschwelle. M. 1 : 30.

nicht bewährte, so ersetzt man sie durch drei lange eiserne Schraubbolzen, welche durch beide Schwellen hindurchreichen (Abb. 53a u. b).

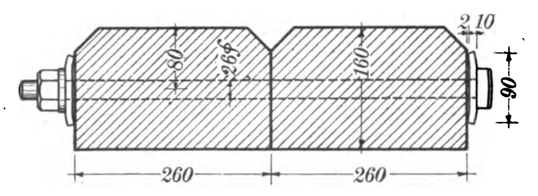


Abb. 53a. Gekuppelte Stoßschwelle. 1910. M. 1: 10.

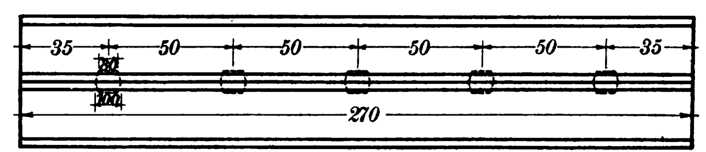


Abb. 53b. Grundriß der gekuppelten Stoßwelle. M. 1 : 30.

Bei den Weichenschwellen muß eine ebene Auflagerfläche für die Schienen von mindestens 20 cm Breite vorhanden sein. Alle Holzschwellen sollen mit Jahresnägeln, aus denen sich das Jahr der Tränkung ergibt, versehen sein.

b. Tränkung der Schwellen.

Zur Verzögerung der Fäulnis und zur Vergrößerung des Widerstandes gegen mechanische Einflüsse empfiehlt sich ein Tränken (Imprägnieren) der Schwellen mit fäulnisverhindernden Stoffen in allen Fällen, in welchen nicht starke Abnutzung durch schweren Betrieb oder ungeeignet gewählte Befestigungsmittel das Holz schon vor dem natürlichen Vergehen zerstören.

Bei Buchenholz ist ein Tränken auf jeden Fall notwendig.

Bei kiefernen Schwellen wird als Tränkungsmittel häufig Zinkchlorid mit karbolsäurehaltigem Teeröl (Gemischverfahren), bei eichenen und buchenen erhitztes, karbolsäusehaltiges Teeröl mit vorzüglichem Erfolge angewendet.

Der rote Kern der Buche nimmt jedoch keinerlei Tränkungsflüssigkeit auf, deshalb darf rotkerniges Buchenholz nicht verwendet werden; das Vorhandensein eines roten Kernes von nur 4 bis 5 cm Stärke beeinflußt jedoch die Schwellendauer nicht.

Die Tränkungsverfahren sind je nach der zu verwendenden Tränkungsflüssigkeit und nach der Holzart verschieden. Im allgemeinen werden die Schwellen meist zuerst gedämpft oder getrocknet, dann wird der Holzsaft durch Luftpumpen abgesaugt und die Tränkungsflüssigkeit unter hohem Druck in die Schwellen eingepreßt. Zurzeit wird das Rüpingsche Sparverfahren vielfach angewendet, bei welchem für 1 cbm Kiefernholz nur etwa 60 kg Teeröl, für 1 cbm Buchenholz etwa 140 kg erforderlich werden.

Die Schwellen nehmen durch die Tränkung an Gewicht zu. Diese Gewichtszunahme ist je nach der Holzart und nach dem benutzten Tränkungsverfahren eine verschiedene und gilt vielfach als Maß der Güte der Tränkung.

c. Dauer und Kosten der Schwellen.

Die Lebensdauer ist von einer Reihe von Umständen, wie Betriebsgröße, Witterungseinflüsse, Bettungsmaterial, Holzart, Befestigungsmittel usw. abhängig und sehr verschieden.

Die Dauer der Schwellen beträgt etwa bei:

	nicht getränkt	getränkt
Eichenschwellen	12—14	20—25 (mit Teeröl)
Kiefernschwellen	7—8	14—16 (Gemisch)
Buchenschwellen	3—4	10—18 (in Frankreich sogar 20—25—30 Jahre).

Im Durchschnitt kann die Dauer der Schwellen bei Tränkung mit Teeröl angenommen werden nach Eisenbahntechnik d. Gegenw. II, 1, S. 226:

	bei Eichenholz	Buchenholz	Kiefernholz
in Hauptgleisen	18	20	15 Jahre,
worauf die Schwellen noch			
in Nebengleisen	7	10	5 Jahre
verwendbar sind			

Die Tränkungskosten für eine 2,7 m lange Buchenschwelle mit Zinkchlorid und Teeröl betragen durchschnittlich 0,43—0,96 M., bei Teeröl 1,55—2,55 M. Beim Rüpingschen Verfahren rechnet man für eine 2,7 m lange Kiefernschwelle 0,90 M., für eine gleichlange, buchene Schwelle 1,42 M. als Tränkungskosten. (Die badische Verwaltung gibt sogar als Tränkungskosten 2,04 M. + 0,93 M Nebenkosten an).

Infolge des geringen Preises und der großen Lebensdauer werden die getränkten Buchenschwellen zurzeit in erheblicher Zahl verlegt; für lange Tunnelstrecken sind sie erfahrungsgemäß den eichenen weit überlegen.

Der Beschaffungspreis einer getränkten Kiefernschwelle I. Kl. beträgt zurzeit etwa 5,10 M. In Baden werden für getränkte Buchenschwellen 7,95 M. bei 4,98 M. Rohpreis gezahlt.

d. Verdübelung der Schwellen.

Ungefähr 80% aller Schwellen, welche jährlich zur Auswechslung gelangen, wurden bislang durch mechanische Einflüsse zerstört. Die Einführung von Hartholzdübeln, welche in die Schwelle eingeschraubt werden und die Befestigungsmittel der Schienen aufnehmen, wirkte dieser mechanischen Zerstörung erfolgreich entgegen (System Collet).

Die Dübel bestehen aus Weißbuchenholz, welches zum Schutz gegen Fäulnis mit Kreosot (Teeröl) getränkt ist, und besitzen ein kräftiges Schrau-

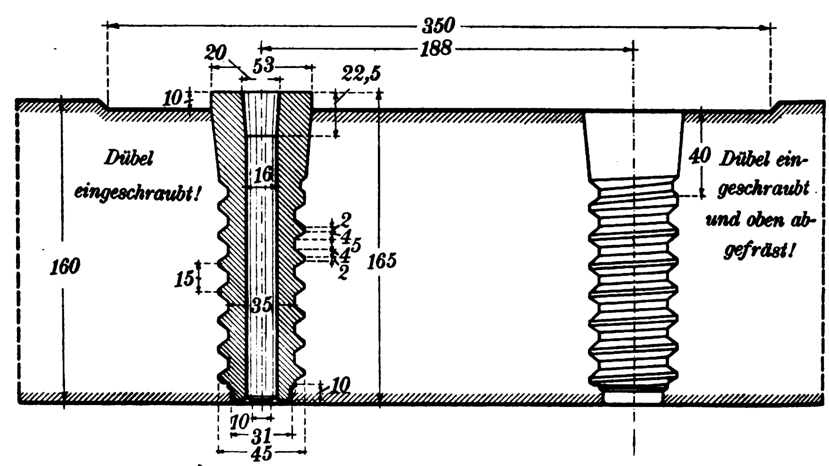


Abb. 54. Dübel für neue Schwellen. M. 1 : 4.

bengewinde, das außerordentlich großen Halt gegen senkrechte Kräfte bietet. Die obere Endigung des Dübels ist kegelförmig gestaltet, so daß er sich beim Einschrauben fest in die Schwelle einpreßt; das Eindringen von Feuchtigkeit ist infolgedessen fast ausgeschlossen (Abb. 54). Gleichzeitig wird dadurch eine genügend große Fläche zur Aufnahme der seitlichen Kräfte geschaffen.

Das für die Dübel zu bohrende Loch wird durch die ganze Schwelle durchgeführt, damit die Bildung von Wassersäcken vermieden wird. Um das Reißen der Dübel beim Einschrauben zu verhindern und die aufsteigende Feuchtigkeit abzuhalten, wird am unteren Ende eine Metallkapsel angebracht. Die Dübel werden zur Aufnahme der Schienenbefestigungsmittel in entsprechender Weise ausgebohrt, gleichzeitig wird dadurch ein fester und senkrechter Sitz der letzteren gewährleistet.

Weitere Vorteile: Die harte Hirnholzfläche der Dübel bietet den unter den Schienenfuß behufs besserer Druckverteilung gelegten Unterlagsplatten ein vorzügliches Auflager und verhindert das Einfressen der Platten in die Schwelle. Die Haltekraft der Befestigungsmittel ist eine erhebliche, der Widerstand gegen Ausziehen, Lockern und Verbiegen derselben ist um etwa 50% größer als bei unverdübelten Schwellen. Die billigeren Weichhölzer können durch Verdübelung überall Verwendung finden.

Die Verdübelung erfolgt mit der Hand, oder bei großen Mengen mechanisch mit elektrischen Maschinen und dann meist in den Tränkungsanstalten.

Das Verfahren wird sowohl für altbrauchbare Schwellen als auch für neue Weichholzschwellen angewendet. Neue verdübelte kieferne Schwellen können als vollwertiger Ersatz von Hartholzschwellen gelten. Sie werden überall da zu benutzen sein, wo die buchenen oder eichenen Schwellen zu mäßigem Preise nicht zu haben sind. Verdübelte altbrauchbare Schwellen sollen jedoch nur in der Geraden und in Krümmungen bis zu 800 m Halbmesser herab verlegt werden. Bei verdübelten altbrauchbaren Weichholzschwellen haben sich in schärferen Krümmungen ungünstige Spurerweiterungen gezeigt, sie werden daher in diesem Falle besser durch Hartholzschwellen (Buche oder Eiche) oder eiserne Schwellen ersetzt.

Es dürfen nur solche altbrauchbare Schwellen verdübelt werden, welche unter dem Plattenauflager mindestens 14 cm stark sind und noch vollkommen gesundes Holz zeigen, auch darf nur solches Kleineisenzeug verwendet werden, welches noch in tadellosem Zustande sich befindet. Die Befestigungsmittel (Schwellenschrauben s. S. 71) sollen in ihrer ganzen Länge vollkommen gerade sein und noch ein einwandfreies Gewinde aufweisen. Der Schraubenschaft soll das Dübelbohrloch vollkommen ausfüllen, das Einschrauben der Schwellenschrauben muß mit größter Vorsicht geschehen (Einschlagen ist strengstens zu verbieten!) Die Gebrauchsdauer der kiefernen Schwellen und der altbrauchbaren Schwellen wird durch die Verdübelung um 8 bis 10 Jahre erhöht.

Die Kosten der Verdübelung einer altbrauchbaren Kiefernschwelle stellen sich bei 6 Dübeln zurzeit etwa auf 1,17 bis 1,23 M., einschließlich eines Betrages von 0,15 M für Behobelung, der jedoch auch bei Wiederverwendung altbrauchbarer, unverdübelter Schwellen erforderlich wird.

Bei Verdübelung neuer Schwellen in den Tränkungsanstalten kann ein Preis von 0,85 M. für die Schwelle in Ansatz gebracht werden. Die geringfügigen Kosten der Verdübelung werden durch Ersparnis an Unterhaltungskosten wieder eingebracht.

2. Die flußeisernen Querschwellen.

Die Form der eisernen Querschwellen soll folgenden Bedingungen genügen:

1. Die Schwelle muß eine genügende Auflagerfläche besitzen zur Aufnahme der Schiene und zur Übertragung der durch diese übermittelten senkrechten Drücke auf die Bettung.

2. Es muß ein hinreichend großer, ungeteilter Bettungskörper durch die Schwelle gefaßt werden, sodaß einer Verschiebung oder Verdrehung infolge der Betriebskräfte durch die Reibung von Bettung auf Bettung und durch ein genügend großes Eigengewicht nach Möglichkeit entgegengewirkt wird. Hierzu bedarf es ganz besonders eines kräftigen Verschlusses der Schwellenenden zur Aufnahme der quer zur Gleisachse gerichteten Kräfte.

3. Es muß bequeme Walzbarkeit gewährleistet sein.

Nach vielerlei Versuchen hat sich bislang ergeben, daß die Trogform am besten den zu stellenden Anforderungen genügt. Sie gestattet eine dichte und vollkommene Ausfüllung mit Bettungsmaterial, auch ist eine gleichmäßige Unterstopfung erreichbar.

Die eisernen Schwellen werden zweckmäßig aus Flußeisen hergestellt. Dies besitzt eine außerordentlich hohe Zähigkeit und ist zur Aufnahme der erheblichen Beanspruchungen, denen die Schwellen unterworfen sind, sehr gut geeignet; außerdem gestattet dieser Baustoff, daß die Endverschlüsse der Schwellen im warmen Zustande unaufgeschnitten umgebogen werden können und so sehr widerstandsfähig sind.

Der auf den preußisch-hessischen Staatsbahnen verwendete Trogquerschnitt trägt unten wulstartige Verstärkungen, welche das Walzen erleichtern und Schutz gegen die Stöße der Stopfhacke bieten.

Die zur Einführung der Befestigungsmittel der Schienen in die Schwellen notwendige Lochung erfolgt, da dies einfacher und wirtschaftlich richtiger ist, sowohl für die Schwellen in den Geraden als auch in dem Bogen einheitlich mit gleichen Abmessungen für die jedesmalige Schienenfußbreite und in derselben Ausführung. Die Änderung der Spurweite findet durch die verschiedene Anordnung der Befestigungsmittel statt. Eine Änderung der jeweiligen Lochung tritt bei den für Gleiskrümmungen bestimmten Schwellen nur dann ein, wenn das Maß des Krümmungshalbmessers kleiner ist als 250 m. In diesem Falle vergrößert sich der Abstand der beiden inneren Löcher; der Abstand des inneren Loches vom zugehörigen äußeren, und die Lochgrößen bleiben unverändert. Diese Schwellen werden an dem einen Ende durch ein kreisrundes Loch mit 20 mm Durchmesser gekennzeichnet.

Eine abweichende Lochung erhalten auch die Schwellen in Wegübergängen, wo besondere Unterlagsplatten unter den Schienen benutzt werden.

Die Ecken der Löcher müssen ausgerundet werden, Ecken und Kanten dürfen keinen Grat zeigen, damit die Bildung feiner Risse vermieden wird.

Die lichte Weite der Löcher soll wegen der vorkommenden Herstellungsfehler 1 bis 2 mm größer sein als die Abmessung der sie ausfüllenden Befestigungsteile.

Die Schwellenlänge ist für Hauptbahnen 2,7 m, weil bei dieser Abmessung keine Spurveränderungen durch Verbiegen der Schwellen zu befürchten sind; denn die Aufbiegung der Schwellenenden ist dann gleich der Durchbiegung in der Mitte der Schwelle.

Die Schwellenform ist an der oberen Begrenzungsfläche eben und wagrecht, die Neigung der Schienen wird durch keilförmige Unterlagsplatten hergestellt, da das Einpressen einer geneigten Fläche als Schienenlager oder ein entsprechendes Biegen der Schwelle sich nicht bewährt

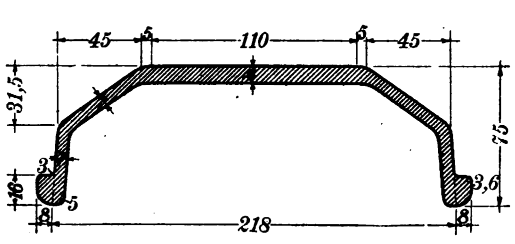


Abb. 55. Profil 51 e. M. 1 : 4.

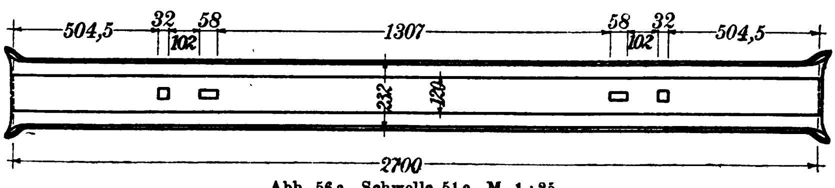


Abb. 56 a. Schwelle 51 e. M. 1 : 25.

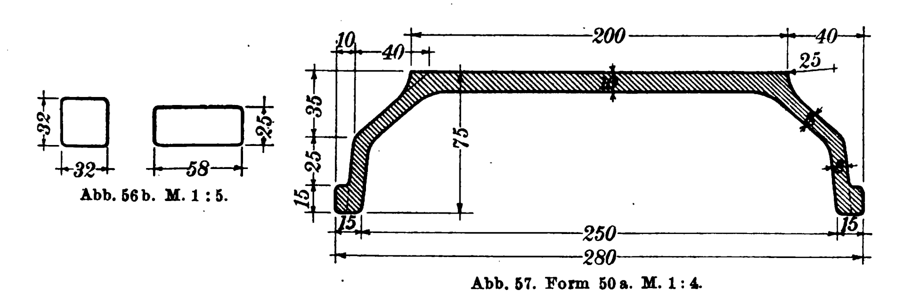


Abb. 56 b. M. 1 : 5.

Abb. 57. Form 50 a. M. 1 : 4.

hat. Die neuen Oberbauanordnungen erhalten beiderseits an der Decke angewalzte Rippen.

Vorteile: Die Unterlagsplatten (s. S. 76) werden zwischen den Rippen sicher festgelegt, das Einschleifen der Hakenschrauben und das Ausleiern der Schwellenlochung wird verhütet.

Für Schienenprofil Nr. 6 und 7 wird die Querschwelle Nr. 51 a, für Nr. 8 und 9 die Schwelle Nr. 51 e verwendet, welche wegen der größeren

Schienenfußbreite eine besondere Lochung bedingt. Beide Schwellenprofile wiegen 58,3 kg für jede Schwelle (Abb. 55 u. 56 a/b). Für Schienenprofil 15 a und 16a wird die Breitschwelle Form 50a, Gewicht 75,80 kg (Abb. 57) und die Mittelschwelle Form 51 v, Gewicht 58,30 kg benutzt. Für Profil 15 b und 16 b wird die gekuppelte Stoßschwelle (Doppelquerschwelle) Form 64 c (Form wie Abb. 58, jedoch ohne Rippen), Gewicht 121,50 kg und Mittelschwelle 51 v verlegt. Profil 15 c erhält Doppelrippenquerschwelle Form 66 b (Abb. 58) und Rippenquerschwelle 71 d (Abb. 59); Gewichte 128,02 bzw. 62,39 kg.

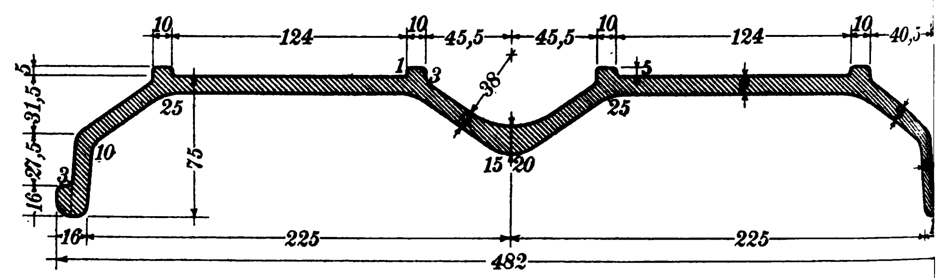


Abb. 58. Form 66 b. M. 1 : 4.

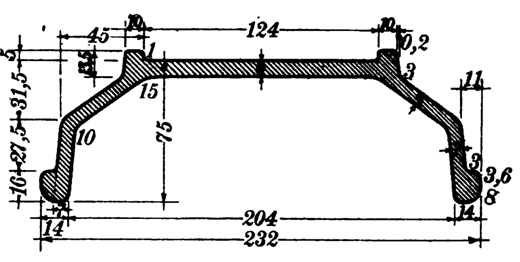


Abb. 59. Form 71 d. M. 1 : 4.

Die Länge der Schwellen der Nebenbahnen beträgt 2,5 m; für Schiene Nr. 10 und 11 wird ebenfalls die Schwellenform 51 a gebraucht mit einem Gewichte von 54,2 kg.

Die Deckenstärke beträgt durchweg 9 mm, bei Schwelle 50 a 10 mm, die Höhe der Schwelle 75 mm. Zurzeit beträgt der Preis für eine eiserne Querschwelle 51 a mit 2,70 m Länge etwa 6,30 M., für 71 d etwa 7,10 M.

3. Die Eisenbetonschwellen.

Zur Einführung von Eisenbetonschwellen im Eisenbahnwesen sind zahlreiche Versuche in den letzten Jahren angestellt worden. In Europa sind es besonders die italienischen und französischen Bahnen, welche bislang sich mit dem Eisenbetonschwellenbau beschäftigten. Die italienische Südbahn hat im Jahre 1906 eine Lieferung von 300000 Schwellen bestellt, welche auf den verschiedenen Strecken eingehenden Untersuchungen zugrunde gelegt worden sind.

Diese Schwelle zeigt eine dreieckige Form mit abgestumpften Kanten, in welche 4 Schichten entsprechend miteinander verbundener Rundeisenstäbe eingelegt sind. Die Befestigung der Schienen erfolgt durch Schrauben, welche in mit Kreosot getränkte Holzspunde, die in die Schwelle eingebettet sind, nach System Collet eingefügt werden. Das Gewicht der Schwelle beträgt 130 kg. Die Kosten belaufen sich auf ungefähr 8—10 M. für jede Schwelle. Eine Ausbildung, die eine einfachere und bequemere Herstellung verbürgt, ist für Italien neuerdings in Aussicht genommen.

In neuerer Zeit haben die bayrischen Staatsbahnen eine Querschwelle ausgebildet, welche etwa 1 % Rundeiseneinlagen enthält (4 Rundeisen oben, 3 unten). Die Schwellensohle ist zur Vergrößerung der Reibung in der Bettung hohl ausgebildet, die Unterkanten werden gegen Beschädigung mit der Stopfhacke durch Saumwinkel geschützt. Von einer weiteren Verwendung ist Abstand genommen worden.

Die Eisenbetonschwellen scheinen infolge ihres großen Widerstands gegen einwirkende Kräfte und Witterungseinflüsse, sowie ihrer großen Schwere berufen zu sein, in Zukunft eine geeignete Unterlage für die Bahnstrecken zu bilden, auf denen schwere Züge mit größter Geschwindigkeit fahren sollen. Ganz besonders sind Eisenbetonschwellen für Länder der heißen Zone geeignet, da sie den Holzschwellen gegenüber den Vorteil des größeren Widerstandes gegen die Witterungsverhältnisse (schroffer Wechsel zwischen Trockenheit und Nässe) und der unbedingten Sicherheit gegen Zerstörung durch Insekten haben, den Eisenschwellen gegenüber den Vorzug der billigeren Beschaffung infolge der unmittelbaren Herstellung an Ort und Stelle, der erheblich größeren Lebensdauer und größeren Standfähigkeit des Gleises besitzen. Bislang hat jedoch die Hauptschwierigkeit, eine einwandsfreie, dauernd sichere, unmittelbare Befestigung von Schiene und Schwelle herzustellen, nicht behoben werden können. Die mit Dübeln ausgerüsteten Schwellen können nicht als eine zuverlässige Bauart bezeichnet werden wegen des verschiedenartigen Verhaltens der verwendeten Baustoffe und des schnellen Verschleißes der hölzernen Dübel. Die von der Firma Wolle-Leipzig versuchsweise ausgeführte Asbestonschwelle soll diesem Übelstande abhelfen. Bei dieser Schwelle ist an den Stellen, wo die Befestigungsmittel angebracht werden, eine besondere, mit Asbestfasern hergestellte elastische Betonmasse vorgesehen, welche ein unmittelbares Festhalten dieser Bauteile in der Schwelle gewährleisten soll. Ob diese Bauweise sich bewährt, muß abgewartet werden. Da weitere Betrachtungen nicht in den Rahmen vorliegender Abhandlung fallen, soll es bei dieser kurzen Besprechung sein Bewenden haben.

4. Vergleich zwischen hölzernen und eisernen Schwellen.

Die eisernen Schwellen haben gegen die hölzernen folgende Vorteile:

1. Sie gewähren eine größere Betriebssicherheit, da die Spurweite und die Schienenneigung sich erheblich besser erhalten läßt (besonders wichtig bei großer Fahrgeschwindigkeit und scharfen Krümmungen).

2. Sie besitzen einen größeren Widerstand gegen Verschiebungen, weil die gut eingestopfte Bettung zum Schwellengewicht zum größten

Teile zugeschlagen werden kann. Es ist somit die Reibung von Steinschlag auf Steinschlag oder Kies auf Kies zu überwinden, während bei Holzschwellen nur die glatte Unterfläche vorhanden ist. Ein weit geringeres Wandern der Schienen tritt daher ein.

3. Die Verlegung ist einfacher, geht daher rascher vor sich und ist billiger.

4. Die Lebensdauer ist eine längere.

Als Nachteile der eisernen Schwellen sind anzuführen:

1. die Schläge der beim Betriebe auf und niedergehenden Schwellen beanspruchen die Bettung stärker als es bei Holzschwellen der Fall ist;

2. eine größere Abhängigkeit von guter Entwässerung, dadurch wird ein hartes, gröberes Bettungsmaterial (Steinschlag) nötig, welches teuer ist,

3. der Frost dringt leicht durch die Schwellendeckel und veranlaßt Verwerfungen,

4. hartes Fahren.

5. Die Stopfarbeit ist schwieriger.

Als Hauptvorzüge der Holzschwellen sind ihr großes Gewicht und ihr erhebliches Widerstandsmoment hervorzuheben. Die Holzschwellen besitzen große Elastizität und gestatten ferner eine gute Übertragung des Schienendruckes auf die Bettung und gewährleisten eine sichere Schonung derselben. Günstig ist die tiefe Lage der unteren Schwellenauflagerfläche, welche den Druck auf die Bettung überträgt, und die große Breite der Holzschwelle, welche infolgedessen geringere Bettungsstärken erforderlich macht als bei Eisenschwellen, um den gleichen Druck auf das Planum herbeizuführen; in Kriegszeiten kann in kürzester Zeit mit Holzschwellen ein gutes tragfähiges Gleis geschaffen werden.

Als Hauptnachteile ist der geringe Widerstand gegen die äußeren Kräfte an der Befestigungsstelle der Schienen zu bezeichnen, ferner werden die Schienenbeanspruchungen infolge der starken Zusammendrückbarkeit des Holzes erheblich höher als bei Eisenschwellen, die Spurhaltung ist schwierig; dieser Übelstand vermehrt sich erheblich mit dem Alter der Schwellen. Durch das Einreiben der Unterlagsplatten wird das Widerstandsmoment vermindert, die Gefahr des Faulens und der Zerstörung der Holzfasern durch mechanische Einflüsse ist sehr groß, die Gleislage ist unruhig (hierzu tragen die häufigen Einzelauswechselungen von Schwellen in erheblichem Maße bei) und besonders gegen das Wandern sind ausgiebige Vorkehrungen zu treffen.

Die Wahl der Schwellenart wird sich im allgemeinen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten richten. Vielfach werden aus Rücksicht auf Staats- oder Privatforsten, auf Holzgewerbe und Holzhandel des Landes und aus Scheu vor einmaligen Ausgaben Holzschwellen verwendet.

Die deutschen und schweizerischen Bahnen empfehlen ein Verlegen der eisernen Schwellen überall da, wo sie nicht zu hoch im Preise stehen und gute Bettung vorhanden ist. Für Deutschland kommt ganz besonders in Betracht, daß der Schwellenbedarf nur durch Einfuhr ausländischen Holzes gedeckt werden kann; das hierfür dem Auslande zufließende Geld geht dem Nationalvermögen verloren, da alte Holzschwellen fast wertlos sind. Eisen wird dagegen in Deutschland selbst in großen Mengen gewonnen, das zur Beschaffung von Eisenerzen dem Auslande zugeführte Geld bleibt aber bis auf einen geringen Teil dem Volksvermögen erhalten, da wegen des geringen Verschleißes alte Eisenschwellen noch einen hohen Altwert besitzen.

Beide Ausführungen haben nach vorstehendem je nach den örtlichen Verhältnissen ihre Berechtigung.

Zu erwähnen ist noch, daß schwere eiserne Schwellen ($\geq$ 70 kg) zweifellos eine größere Lebensdauer wie Holzschwellen besitzen, daß die Betriebssicherheit bei Eisenschwellen eine größere, daß die Gleisregelungskosten für Eisenschwellen nicht höher sind als bei Holzschwellen. Allerdings erfordern die Eisenschwellen in den ersten beiden Jahren eine etwas vermehrte Stopfarbeit gegen den Holzschwellenoberbau; diese Mehrkosten werden jedoch durch Wegfall der bei Holzschwellen dauernd nötigen Spurberichtungen, des Nacharbeitens der Auflager der Unterlagsplatten, des Verdübelns, des Zurücktreibens der ständig wandernden Schienen vollständig wieder ausgeglichen.

Es sei noch bemerkt, daß nach einer Denkschrift der badischen Eisenbahnverwaltung der 75 kg schweren, 100 mm hohen Eisenschwelle der Vorzug gegen die Buchenschwellen auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu geben ist (vgl. Centralbl. d. Bauverw. 1914 S. 59).

e. Die Befestigungsteile (Kleineisenzeug).

I. Allgemeines.

An die Befestigung zwischen Schienen und Schwelle müssen folgende Anforderungen gestellt werden.

1. Die Befestigungsteile haben die feste Verbindung zwischen Schiene und Schwelle herzustellen. Sie sollen die Bewegung der Schiene im lotrechten und wagrechten Sinne dauernd hindern, indem sie imstande sind, die in dieser Richtung wirkenden Kräfte aufzunehmen und auf genügend große Flächen der Schwelle zu übertragen.
2. Die Regelung der Spurweite muß in den nötigen Grenzen möglich sein.
3. Sie muß aus möglichst wenigen und einfachen Teilen bestehen wegen der genauen Herstellung.
4. Sie muß bequem anzubringen und zu bedienen sein.

5. Ein Auswechseln gebrochener und unbrauchbarer Befestigungsmittel muß von oben erfolgen können, ohne daß Schiene und Schwelle wesentlich aus ihrer Lage gebracht werden müssen.

6. Die Herstellung und Unterhaltung muß billig sein.

Die Aufnahme der senkrechten Kräfte bietet im allgemeinen wenig Schwierigkeiten, die der wagrechten jedoch erfordert die größte Aufmerksamkeit.

Bezeichnet man mit D und D_1 die senkrechten Raddrücke einer Achse, mit H die gesamten wagrechten Kräfte und mit f die Reibungsziffer, so wird (Abb. 60) die am Schienenkopf wirkende Kraft H zum Teil durch die Reibung $D \cdot f$ der Schiene auf den Unterlagen aufgehoben, der verbleibende Teil $H - D \cdot f$ muß von den Befestigungsmitteln, welche hierdurch auf Abscherung beansprucht werden, aufgenommen und auf die Unterlage übertragen werden. Diese Übertragung fällt bei der hier gezeichneten Anordnung den äußeren Befestigungsmitteln zu. Gleichzeitig entsteht ein Drehmoment $H \cdot h - D \cdot \frac{b}{2}$, welches bestrebt ist, die Schiene um die Kante K zu kippen und die inneren Befestigungsmittel aus der Schwelle herauszuziehen. Der von den Befestigungsmitteln zu leistende Widerstand sei S; es muß demnach sein:

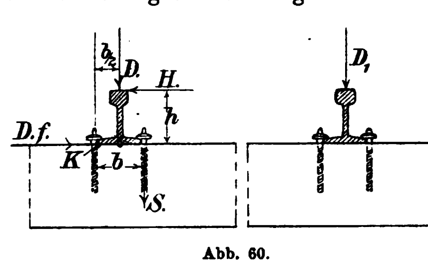


Abb. 60.

$$H \cdot h - D \cdot \frac{b}{2} - S \cdot b = 0.$$

$$S \cdot b = H \cdot h - D \cdot \frac{b}{2}$$

$$S = \frac{H \cdot h}{b} - \frac{D}{2}.$$

II. Die Befestigung der Schienen auf Holzquerschwellen.

Die Schienen werden entweder unmittelbar auf die Schwellen verlegt, oder die Lagerung erfolgt auf Unterlagsplatten. Zur unmittelbaren Befestigung der Schiene auf den Holzschwellen sind im Gebrauch: Hakennägel und Schwellenschrauben.

Diese Befestigungsmittel werden gegen die Mittellinie der Schwelle versetzt, damit ein Aufspalten des Holzes vermieden wird.

1. Der Hakennagel.

Früher wurden durchweg Hakennägel verwendet; zurzeit sind dieselben jedoch auf preußischen Bahnen nur noch in Nebengleisen und bei Kleinbahnen im Gebrauch.

Die bei den preußischen Bahnen verwendeten Hakennägel sind aus

Flußeisen, 165 mm lang, haben quadratischen Querschnitt mit einer Seite von 15 mm. Der hakenförmige Kopf greift über den Schienenfuß und hat Ansätze, die ein Ausziehen mittels der Klaue des hierzu bestimmten Geisfußes gestatten (Abb. 61).

Der Nagel muß lotrecht und mit der Schneide senkrecht zur Faserrichtung des Holzes eingetrieben werden, damit ein Aufspalten des Holzes vermieden wird. Zwischen dem Schienenfuß und dem Schaft des Nagels muß etwas Spielraum bleiben, damit ein Einfressen der Schiene in der Regel nicht stattfindet und Spurveränderungen durch Verrückungen nicht erzeugt werden können.

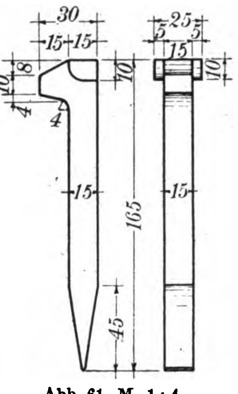


Abb. 61. M. 1 : 4.

Die Hakennägel bieten einen großen Widerstand gegen seitliche Verschiebung; sie eignen sich daher für die Außenseite der Gleise, besonders bei Weichholzschwellen; an der Innenseite leisten sie gegen Ausziehen nur geringen Widerstand und werden leicht lose.

Um einer ungleichmäßigen Zerstörung der Holzfaser vorzubeugen, müssen die Schwellen für die Einbringung der Nägel zweckmäßig vorgebohrt werden. Die Bohrung muß durch die ganze Schwelle hindurchreichen, damit das eindringende Wasser nicht stehen bleiben und Fäulnis erzeugen kann. Die Bohrlöcher müssen von Spänen gesäubert werden; der Bohrlochdurchmesser beträgt $^2/_3$ der Nagelstärke.

2. Die Schwellenschraube.

In neuerer Zeit werden fast ausschließlich in den Hauptgleisen Schwellenschrauben verwendet (Abb. 62).

Sie haben den Vorteil, daß sie eine größere Haftfestigkeit besitzen und damit einen erheblichen Widerstand gegen Ausziehen leisten können. Ganz besonders sind sie daher für die Innenseite der Gleise geeignet.

In Preußen werden, mit Ausnahme der oben erwähnten, weniger wichtigen Gleisstrecken, für welche Hakennägel zulässig sind, durchweg Schwellenschrauben, sowohl für die Außenseite, als auch für die Innenseite des Gleises, verwendet. Diese Art der Anordnung hat sich sehr gut bewährt.

Vorteil: Es braucht nur eine Art der Befestigungsmittel auf Lager gehalten zu werden.

An den Schienenstößen sollen nur Schwellenschrauben angewendet werden. Die Schwellen müssen in gleicher Weise wie für die Hakennägel vorgebohrt werden.

Als Nachteile der Schwellenschrauben sind anzusehen:

1. Geringer Widerstand gegen Verbiegen und Verdrücken des Kopfes. Dem kann jedoch durch Anwendung

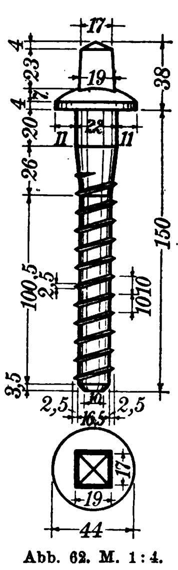


Abb. 62. M. 1 : 4.

geeignet ausgebildeter Unterlagsplatten entgegengewirkt werden (vgl. S. 73).

2. Erhebliche Zerstörung der Holzfasern durch die Schraubengänge, wodurch der Widerstand gegen seitliche Kräfte vermindert wird.

3. Auswechslungsschwierigkeiten beim Abbrechen des Kopfes.

Die Schwellenschrauben werden aus Flußeisen oder Schweißeisen hergestellt und sind, falls das Gewinde im kalten Zustande des Materials hergestellt wird, zu verzinken. Bei den preußischen Bahnen sind die Schwellenschrauben für alle Oberbauarten auf Holzschwellen bis auf die Länge gleich. Im allgemeinen finden 150 mm lange Schwellenschrauben Anwendung mit einer Schaftstärke von 22 mm. Für die Befestigung der Klemmplatten mit Federringen (Abb. 63), welche ein Spiel von 1,5 mm zulassen sollen, bei den Oberbauformen mit Schienen 8^d und 15^c werden 180 mm lange Schwellenschrauben benutzt.

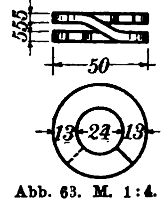


Abb. 63. M. 1:4.

Die Schwellenschrauben der älteren Oberbauarten erhielten eine Länge von 120 mm bei einer Schaftstärke von 20 mm.

Je nach der Schienengrundform, für welche sie zur Verwendung gelangen, tragen sie eine Unterscheidungsziffer, z. B. 6 bzw. 8 für die Schienen Nr. 6, 7, 10, 11 bzw. für Schiene Nr. 8 und 9.

Der Kopf ist oben als abgestumpfte Pyramide mit quadratischer Grundfläche ausgebildet, um das Aufsetzen eines Schlüssels zum Einschrauben und Anziehen der Schraube zu gestatten. Die Schrauben dürfen niemals mit dem Hammer eingetrieben werden, da sonst die Holzfaser zerstört wird, sondern sind stets einzuschrauben. Der Kopf trägt oben ein Zeichen oder eine pyramidenförmige Zuspitzung, damit durch Verletzung dieses Merkmals das stattgefundene, verbotene Eintreiben kenntlich gemacht wird.

3. Die Unterlagsplatten.

Zur Herstellung der zu fordernden Schienenneigung 1:20 wurde es bei der unmittelbaren Lagerung der Schienen auf den Holzschwellen nötig, in die Schwelle eine ebenso geneigte Fläche einzuarbeiten. Diese Ausdexelung oder Kappung der Schwellen war von großem Nachteil für die Dauer der Schwellen, da der Feuchtigkeit günstige Gelegenheit zum Eindringen geboten wurde und leicht Fäulnis entstehen konnte; diese Befestigungsart wurde vielfach lose, der Oberbau nutzte sich rasch ab, und die Schwelle wurde in kurzer Zeit zerstört.

Durch die Einführung von Unterlagsplatten zur unmittelbaren Unterstützung der Schienen wurden diese Übelstände vermindert und folgenden Vorteile erlangt:

1. die Druckfläche für Übertragung der von den Schienen aufgenommenen Kräfte wird vergrößert und dadurch die Abnutzung der Schwellen vermindert;

2. das Kappen der Schwellen fällt fort, eine Schwächung der Schwellen wird somit vermieden;

3. die inneren Befestigungsmittel gelangen gegen seitliche Verschiebung zur Mitwirkung, der Ersatz der Hakennägel durch Schwellenschrauben wurde dadurch ermöglicht:

4. die Sicherheit gegen Kanten der Schiene wird vergrößert;

5. die geforderte Schienenneigung 1:20 kann mit großer Sicherheit erhalten bleiben, da ein Einfressen der Schiene in die Schwelle bei entsprechender Wahl der Plattengröße überhaupt nicht und ein solches in die Befestigungsmittel bei richtiger Bauweise der Platten ebenfalls ausgeschlossen ist;

6. die feste Lage der Schiene wird gewährleistet, die Spurhaltung wird dadurch verbessert;

7. die Lebensdauer der Schwellen wird vergrößert;

8. die Güte der Gleislage wird vermehrt, die Unterhaltungskosten herabgemindert;

9. die Anwendung der Weichholzschwellen wird im großen Umfange ermöglicht.

Die Unterlagsplatten bestehen aus Flußeisen, sind im allgemeinen bei den Oberbauarten, bei welchen eine Schienenneigung vorgeschrieben ist, keilförmig gestaltet und müssen, um die Durchsteckung der Befestigungsmittel zu ermöglichen, durchlocht werden. Die Lochweite muß 1 bis 2 mm größer sein als die Stärke der zu verwendenden Nägel oder Schrauben. Die Abmessungen der Platten richten sich nach der Holzart der Schwellen und der benutzten Schienenform, sowie nach der Geschwindigkeit der verkehrenden Züge.

In Preußen wurden bislang zwei Hauptformen verwendet: offene Unterlagsplatten und Hakenplatten.

a. Offene Unterlagsplatten.

Die offenen Unterlagsplatten haben auf beiden Seiten Randleisten, durch welche der Schienenfuß unter Zulassung von 1 bis 2 mm Spielraum geführt wird. Die Randleisten bieten außerdem den Vorteil einer sehr guten Unterstützung für die Köpfe der Schwellenschrauben, so daß Verbiegungen nicht zu befürchten sind. — Die Löcher sind so zu den Randleisten gesetzt, daß die Befestigungsmittel vor Einfressungen durch den Schienenfuß geschützt sind. An der Außenseite der Schienen befindet sich ein Loch, an der Innenseite sind zur besseren Sicherung gegen Kanten zwei vorgesehen (Abb. 64a/b).

Abb. 64a.

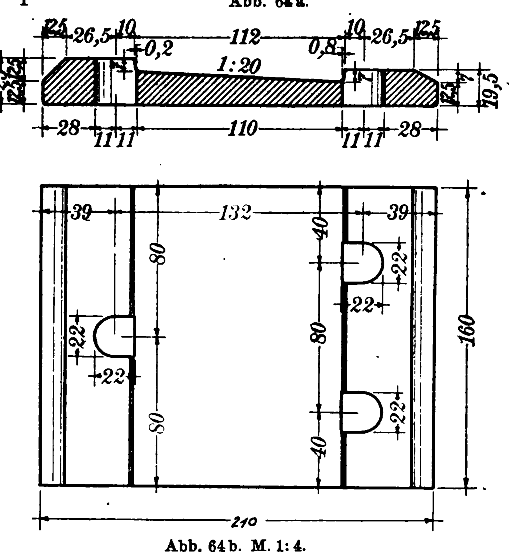


Abb. 64b. M. 1:4.

Abb. 65 a.

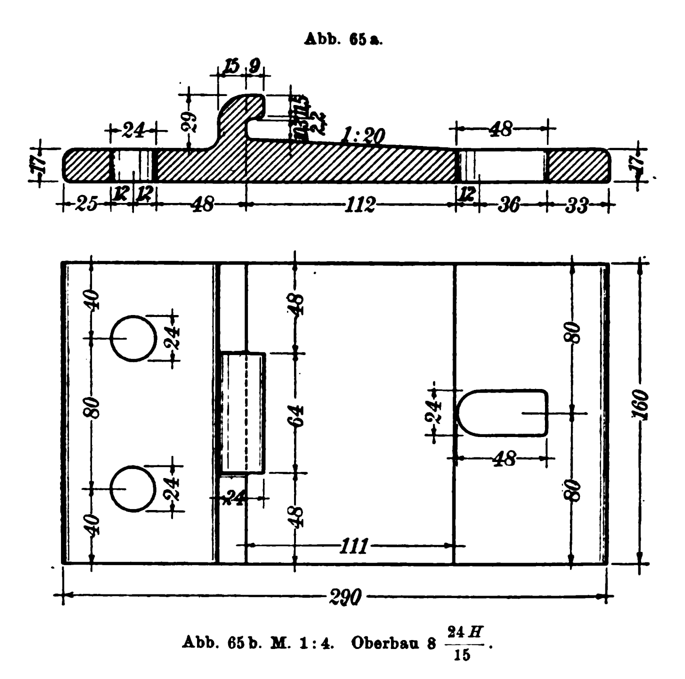


Abb. 65 b. M. 1 : 4. Oberbau 8 $\frac{24\,H}{15}$.

Abb. 66 a. M. 1 : 4. Oberbau 8 $\frac{Br + 24\,H}{15}$

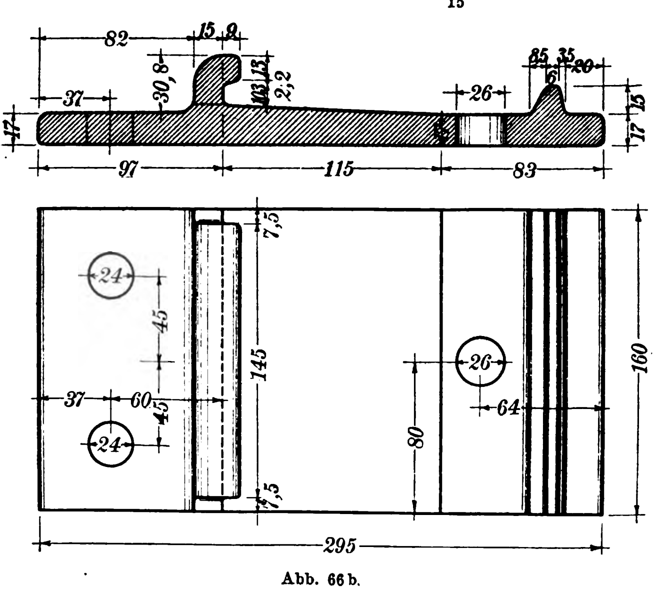


Abb. 66 b.

b. Hakenplatten.

Die Hakenplatten besitzen eine Hakenleiste, durch welche vor allem am Schienenstoß eine feste Einspannung der Schiene gegen Verdrehen erzielt wird. In Preußen liegt die Hakenleiste an der Außenseite der Schiene und hat meist eine Breite von 64 mm in der Gleisrichtung, so daß sie für die Laschenarten fast sämtlicher preußischen Oberbauten passend ist (Abb. 65a/b). Bei den neuen Oberbauordnungen beträgt die Breite der Hakenleiste für die Hakenplatten der Stoßschwellen 145 bzw. 150 mm (Abb. 66a/b).

An der Außenseite sind 2 Löcher für die Befestigungsmittel vorgesehen, welche die Schiene hier nicht festhalten, sondern nur die Plattenlage sichern sollen, an der Innenseite in der Regel nur ein Loch für eine, den Schienenfuß unmittelbar oder mittels einer besonderen Klemmplatte (Abb. 67a—c)

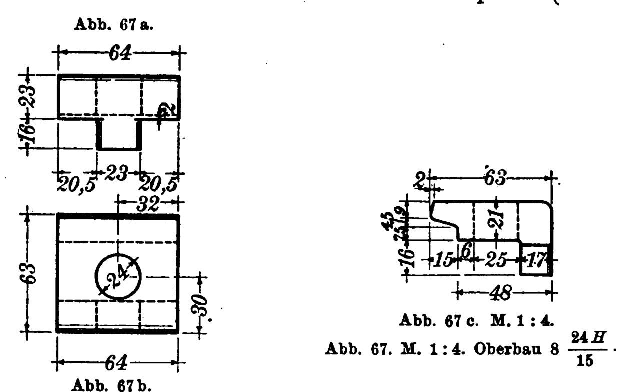


Abb. 67a. Abb. 67b. Abb. 67c. M. 1:4.

Abb. 67. M. 1:4. Oberbau 8 $\frac{24H}{15}$.

festhaltenden Schwellenschraube. Im ersten Falle kann wegen des einseitigen Aufsitzens des Schraubenkopfes ein Verbiegen desselben eintreten. (Weiteres siehe unter i.) Bei den Oberbau 15a und 16a sind auf den Stoßschwellen auch an der Innenseite zwei Löcher vorgesehen.

III. Die Befestigung der Schienen auf eisernen Querschwellen.

Außer den unter e. I. gestellten Anforderungen muß die Befestigung auf eisernen Schwellen der Bedingung genügen, daß die Herstellung und sichere Innehaltung der verschiedenen Spurerweiterungen in Krümmungen ohne Änderung der Schwellenlochung und mit möglichst wenig veränderlichen Teilen ausführbar ist.

Auch ist auf die sichere Übertragung der Seitenkräfte vom Schienenfuß auf die Schwellendecke ganz besonderes Gewicht zu legen. Eine unmittelbare Berührung des ersteren mit den Befestigungsbolzen muß strengstens vermieden werden, damit ein Ausschleifen und Verbiegen nicht eintritt.

Die Befestigungsteile erhalten daher zweckmäßig rechteckige Grundform. Auf eine sorgfältige Ausführung der Befestigungsmittel und peinlich

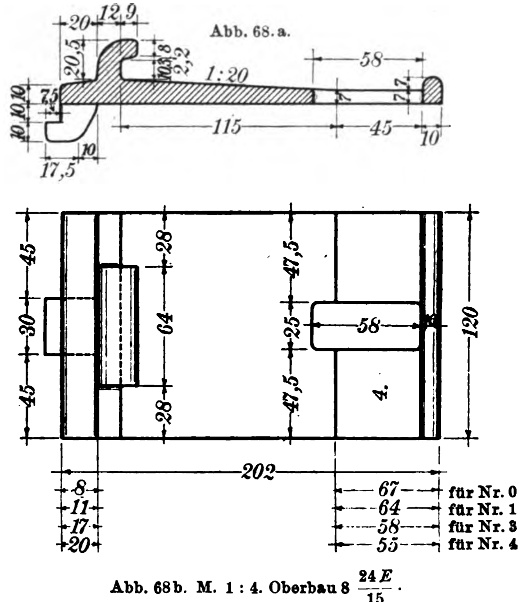


Abb. 68 b. M. 1 : 4. Oberbau 8 $\frac{24\,E}{15}$.

Abb. 69 a. M. 1 : 4.

für Nr. 0
für Nr. 1
für Nr. 3
für Nr. 4

Abb. 69 b.

genaue Prüfung der Größenmaße ist bei Übernahme der einzelnen Stücke zu achten. Ganz besonders müssen alle Auflagerflächen vollkommen eben sein, die entsprechenden Ebenen genau senkrecht zueinander stehen und die vorgeschriebenen Neigungen keinerlei Abweichungen zeigen. Die Einzelteile sind beim Einbau in das Gleis so auszusuchen, daß die nicht zu vermeidenden Herstellungsfehler in ihrer Wirkung sich nicht ergänzen, sondern vielmehr möglichst aufheben.

Als Befestigungsteile für Eisenschwellen dienen **Hakenplatten, Klemmplatten** und **Hakenschrauben.**

Es sollen im folgenden nur die Formen der preußisch-hessischen Norm besprochen werden.

1. Die Hakenplatten.

Außer den unter e. 3. genannten Vorteilen, soweit sie hier sinngemäße Anwendung finden können, bietet die keilförmig ausgebildete, flußeiserne oder flußstählerne Hakenplatte den Vorzug, daß **gerade** Schwellen verwendet werden können, und die Herstellung geneigter Auflagerflächen durch die, für die Erhaltung der Gleislage höchst schädlichen Biegungen der Schwelle oder durch die, eine ungünstige Zerrung des Eisens hervorrufende Einpressung vermieden wird. Die Güte der Gleislage wurde dadurch wesentlich verbessert und die Lebensdauer der Schwellen erhöht.

In Preußen ist die Haarmannsche Hakenplatte mit sehr günstigem Erfolge eingeführt (Abb. 68 a/b). Diese zeigt eine den Schienenfuß an der Außenseite umfassende Hakenleiste von 64 mm Breite und ebenda unten eine 30 mm breite, verstärkte Nase, welche unter die Schwellendecke faßt. Beim Oberbau mit Schienen 15 a und 16 a beträgt die Breite der Hakenplatten für die Stoßschwellen · 150 mm, außerdem sind bei diesen 2 der erwähnten Nasen von 30 mm Breite vorhanden. Die Hakenplatten für die Mittelschwellen erhalten die übliche Form (Abb. 69 a/b).

Der Seitenschub wird von der Schiene infolge der lediglich rechteckigen Grundform sehr gut auf die Unterlagsplatten und von da auf die Schwellen-

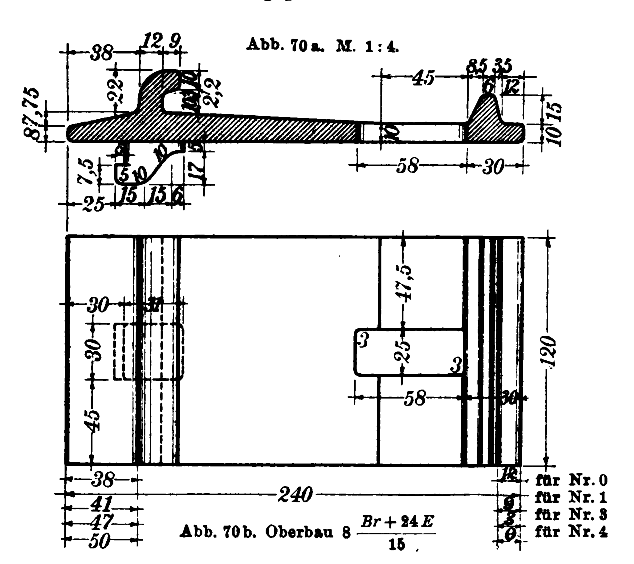


Abb. 70 a. M. 1 : 4.

Abb. 70 b. Oberbau 8 $\frac{Br + 24 E}{15}$.

decke übertragen. Die Unterlagspatte kann von oben mit Leichtigkeit eingebracht werden. Diese einfache Befestigungsart gestattet fernerhin eine Verfüllung des Gleises bis Schienenhöhe an der Außenseite; dies bedeutet eine weitere wesentliche Sicherung gegen seitliche Verschiebung des gesamten Gleises. Bei den neueren Oberbauten mit Schienen 8 d und 15 c werden Hakenzapfenplatten verlegt, welche den Klemmplatten (s. 2.) eine geeignete Anlagefläche bieten, so daß die Schienen fest eingespannt und besonders auch gegen Wandern gesichert sind (Abb. 70 a/b).

Vorteile der Hakenzapfenplatten: Das Schwellenloch wird an der Schienenaußenseite durch die Platte überdeckt, der Rand des Schwellenloches fällt daher nicht mehr mit der Außenkante der Unterlagsplatte, an welcher die Schwelle stark auf Druck beansprucht wird, zusammen. Der Hakenzapfen füllt das Schwellenloch derart genau aus, daß Verschiebungen quer zur Schiene nicht eintreten können, wesentliche Spuränderungen infolge des Betriebes können daher nicht vorkommen. Der in der Fahrrichtung auftretende Längsschub der Schiene wird von der Unterlagsplatte in ihrer ganzen

Breite auf die durchlaufenden Rippen der Schwelle übertragen, dadurch wird der Verschleiß des Plattenansatzes und des Schwellenloches verhindert.

2. Die Klemmplatten.

Zur Festhaltung des Schienenfußes an der Innenseite werden flußeiserne oder flußstählerne Klemmplatten benutzt, welche sich auf und gegen den Schienenfuß und die Unterlagsplatte legen, beide somit in ihrer Lage sichern und durch einen Ansatz (Knagge), welcher durch die Unterlagsplatte in die Schwellendecke eingreift, eine Bewegung in Richtung des Gleises verhindern (Abb. 71 a/c). Bei den neuen Oberbauanordnungen mit Schienen 8 d und 15 c erhalten die Klemmplatten schräge Anlageflächen (Abb. 72 a/b).

Abb. 71 a.

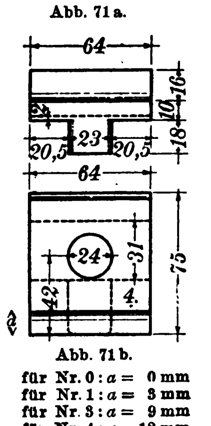


Abb. 71 b.

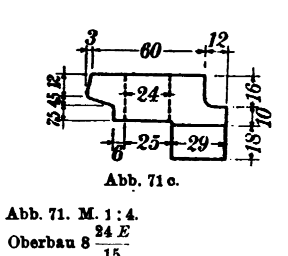


Abb. 71 c.

Abb. 71. M. 1 : 4.
Oberbau 8 $\frac{24\,E}{15}$
(vgl. Abb. 68.)

Abb. 72 a. M. 1 : 4.
Klemmplatte 8 $\frac{Br + 24\,H\,u.\,E}{15}$

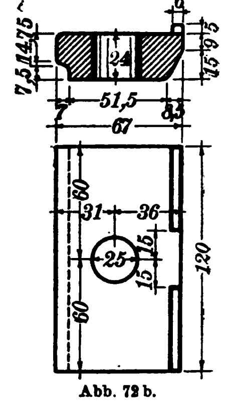
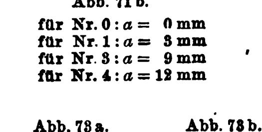


Abb. 72 b.



für Nr. 0 : $a =$ 0 mm
für Nr. 1 : $a =$ 3 mm
für Nr. 3 : $a =$ 9 mm
für Nr. 4 : $a =$ 12 mm

Abb. 73 a. Abb. 73 b.

Abb. 73. M. 1 : 4.

3. Die Hakenschrauben.

Die Klemmplatten, Unterlagsplatten und die Schwellendecke werden miteinander durch fluß- oder schweißeiserne Hakenschrauben in feste Verbindung gebracht.

Die Hakenschraube wird von oben durch entsprechende Löcher der Unterlagsplatte und Schwellendecke durchgesteckt, dann um 90° gedreht, so daß die am oberen Ende des Schraubenschaftes vorhandene Einkerbung rechtwinklig zur Schienenrichtung liegt. Darauf wird die Klemmplatte von oben über den Schaft geschoben und durch die Hakenschraubenmutter die Verbindung fest zusammengezogen. Der untere Teil des Schraubenschaftes besitzt rechteckige Grundform und verhindert ein Drehen des Bolzens beim Anziehen der Schraubenmutter.

Der Schienenfuß legt sich gegen die Klemmplatte, wodurch eine Berührung mit dem Bolzen und ein Verbiegen und Ausschließen desselben vermieden wird (Abb. 73a/b).

4. Befestigung bei Wegübergängen.

Bei Wegübergängen erfährt die Ausführung mit eisernen Querschwellen und seit 1909 auch die für Hartholzschwellen bei der preußischen Norm eine Abänderung.

Es werden gußeiserne Hakenplatten mit einer mittleren Stärke von etwa 50 mm und besonders ausgebildete Klemmplatten verlegt.

Die Hakenschrauben werden gegen eine Verdrehung (Lockern) und gegen Eindringen von Sand durch besondere Sicherungsvorrichtungen, die Mutterstellkappe oder Schutzkappe, geschützt.

Es wird durch diese Anordnung eine tiefere Lage der Schwellen und somit eine bessere Ausbildung der Wegedecke ermöglicht. Mehrfach wurden auch bislang bei Strecken, für die im allgemeinen Holzquerschwellenoberbau vorgesehen ist, auf die Breite des Wegübergangs Eisenquerschwellen mit den erwähnten Hakenplatten eingebaut.

In verfüllten Bahnsteiggleisen und in eingepflasterten Gleisen, in welchen die Gleisunterhaltung erschwert ist, muß die Verwendung dieser Oberbauanordnung mit Mutterstellkappe ebenfalls empfohlen werden.

f. Der Schienenstoß.

I. Allgemeines.

Der Schienenstoß bildet die schwächste Stelle des Gleises, deshalb ist auf die gute Ausbildung und gewissenhafte Unterhaltung desselben die größte Sorgfalt zu verwenden.

Durch Verbindung der beiden Schienenenden, die Stoßverbindung, soll die Stetigkeit des Gestänges soweit hergestellt werden, daß die Fahrzeuge ohne Gefahr und mit möglichst geringen Stößen, welche sowohl für den Oberbau als für die Betriebsmittel ungünstig wirken, über die Stoßlücke hinweggeführt werden. Es müssen daher folgende Anforderungen an eine gute Stoßverbindung gestellt werden:

1. Die Fahrkanten der aneinanderstoßenden Schienen, sowohl die Kopfflächen als die Seitenflächen sollen dauernd in gleicher Flucht liegen.

2. Die während des Befahrens eintretenden Durchbiegungen der Schienenenden sollen möglichst gering sein, die Durchbiegungslinien also möglichst wagrecht verlaufen und nur einen geringen Knickwinkel bilden. Hierzu muß die gesamte Gleisanordnung möglichst steif, das Widerstandsmoment der Schienen und der verbindenden Stoßlaschen

sehr groß, der Abstand der Stoßschwelle und damit die Länge der freitragenden Schienenenden möglichst gering sein. Die Einspannung der Schiene auf der Stoßschwelle muß sehr kräftig sein.

3. Die Stoßkissen müssen die erforderlichen Abmessungen haben, aber nicht größer als nötig sein.

4. Der Verschiebung des Gleises in der Längsrichtung (das Wandern) muß durch eine starke Befestigung der Schienen auf den Schwellen und besondere Vorrichtungen kräftig entgegengewirkt werden. Durch tadelloses Schienenmaterial, großen Stoßschwellenquerschnitt und besten Bettungsstoff kann der Stoß nach Möglichkeit verbessert werden.

II. Ausbildung des Stoßes.

1. Anordnung des Stoßes.

Man unterscheidet nach der Art der Unterstützung den festen oder ruhenden Stoß und den schwebenden Stoß.

a. Der feste Stoß.

Die beiden Enden der aneinanderstoßenden Schienen werden unmittelbar durch eine gemeinsame Stoßschwelle unterstützt und seitlich durch Laschen verbunden.

Nachteil: Es werden die starken Betriebsdrücke und Stöße unmittelbar auf die Unterstützung übertragen, wodurch starke Schwankungen der Stoßschwelle, Verdrehungen und Verschiebungen der Schienenenden und somit Änderungen der Fahrkanten und ungünstige Spurveränderungen auftreten. Die Schienen und die Betriebsmittel sind infolge der seitlichen und lotrechten Überstände starken Stößen ausgesetzt, der Gang der Fahrzeuge ist sehr unruhig.

b. Der schwebende Stoß.

Die Schienenenden stoßen zwischen zwei Schwellen (Stoßschwellen) frei aneinander, die Verbindung geschieht mittels beiderseits angeschraubter Laschen.

Die Stoßschwellen sind möglichst nahe aneinander zu rücken, so daß die Laschen durch sie unterstützt sind; ein sicheres Unterstopfen muß jedoch noch möglich sein.

Der schwebende Stoß wird zurzeit von den meisten Bahnen angewendet. In Preußen werden nur schwebende Stöße verlegt (mit teilweisen Ausnahmen bei den Weichen s. später S. 151 und 155), wobei die geringste Stoßschwellenentfernung 500 mm beträgt (bei den Reichseisenbahnen z. B. jedoch nur 340 mm), s. S. 93. Bei eisernen Stoßdoppelschwellen der Oberbauten mit Schienen 8d, 15c, 9i und 16g beträgt die Stoßschwellenentfernung 235 mm

(Abb. 76 a/b), bei Breitschwellen (Abb. 51) und bei gekuppelten Holzschwellen 260 mm, bei Schiene 15 b und 16 b 240 mm (vgl. Abb. 52 a/b, Abb. 53 a/b S. 60).

Vorteile: Die lotrechten Lasten verteilen sich auf mehrere Schwellen. Der Gang der Fahrzeuge ist ruhiger, da die Verschiebungen der Schienenenden gegeneinander geringe sind, der Verschleiß der Bestandteile des Gleises wird geringer, die Schonung der Schienenenden und die der Betriebsmittel größer, die Erhaltungskosten geringer. Gleise mit schwebendem Stoße befahren sich elastischer als solche mit festem Boden.

2. Anordnung des Stoßes im Grundriß.

Nach der Anordnung im Grundriß unterscheidet man schrägen, stumpfen und Blattstoß.

Die Stöße eines Gleises liegen sich im allgemeinen winkelrecht gegenüber (Gleichstoß). Im Auslande kommen auch Wechselstöße vor; die Stöße der einzelnen Gleisstränge sind dabei um eine halbe Schienenlänge gegeneinander versetzt.

a. Der schräge Stoß.

Die Schienen sind unter einem spitzen Winkel von 45° oder 60° gegen die Längenachse abgeschnitten. Da der schräge Stoß sich in Deutschland nicht bewährt hat, findet er nur bei Straßenbahnen noch Anwendung.

b. Der stumpfe Stoß.

Die rechtwinklig abgeschnittenen Schienen werden stumpf gegeneinander gestoßen (s. Abb. 76).

Der Stumpfstoß hat sich sehr gut bewährt und wird neuerdings meistens ausgeführt.

c. Der Blattstoß bei preußischer Norm.

Die Schienen Nr. 7, 9 und 16, welche einen auf 18 mm verstärkten Steg aufweisen, werden an den Enden auf 220 mm, Nr. 16 auf 200 mm Länge bis zur Hälfte des Querschnitts senkrecht abgeschnitten. Die beiden verschwächten Schienenenden benachbarter Schienen greifen derart ineinander, daß an der Stoßschwelle wieder das volle Profil erhalten wird, die Verbindung erfolgt durch starke Laschen mit 6 kräftigen Bolzen (s. Abb. 81 a/b).

Vorteile: Die schädliche Einwirkung der Stoßlücke wird bedeutend herabgemindert, da beim Übergang über die Stoßschwelle sich eine fast stetige Lauffläche in der Mitte der Schienenoberfläche bildet, welche die meisten Räder ohne wesentliche Erschütterungen überführt. Da die Ausbildung die

Verwendung längerer Schienen gestattet, wird die Anzahl der verhältnismäßig teuern Stöße verkleinert, dies ist gleichbedeutend mit einer Gleisverbesserung und Verminderung der erforderlichen Zugkraft.

Nachteile: Es treten häufig Ausbiegungen des im Blatt geschwächten Schienenstranges ein, welche am Blattanfange Schienenbrüche hervorrufen. Deshalb wird der Blattstoß zurzeit weniger häufig eingebaut.

III. Die Stoßdeckung.

Die Stoßdeckung erfolgt durch Stoßlaschen und Laschenschrauben (vgl. Abb. 74, 75 und 76, S. 83).

1. Die Stoßlasche.

Die an beiden Seiten einer Schiene bei der Stoßstelle angebrachten Stoßlaschen haben den Zweck, die daselbst entstandene Unterbrechung der Schienen derart unschädlich zu machen, daß keinerlei Gefahren und wesentliche Nachteile für den Betrieb entstehen, und eine möglichst stetige Fahrbahn in wagrechtem und senkrechtem Sinne vorhanden ist. Hierzu müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

1. Die Laschen müssen mindestens die gleiche Tragfähigkeit besitzen wie die Schiene.

2. Ihre Ausbildung muß derart sein, daß die auftretenden, lotrechten und wagerechten Kräfte von einem Schienenende auf das andere sicher übertragen werden. Die Durchbiegung der Schienenenden (Kopfnicken) und seitliche Verdrehungen sollen nach Möglichkeit verhindert werden; eine große Querschnittsfläche und großes Widerstandsmoment in senkrechter und wagerechter Richtung ist daher nötig.

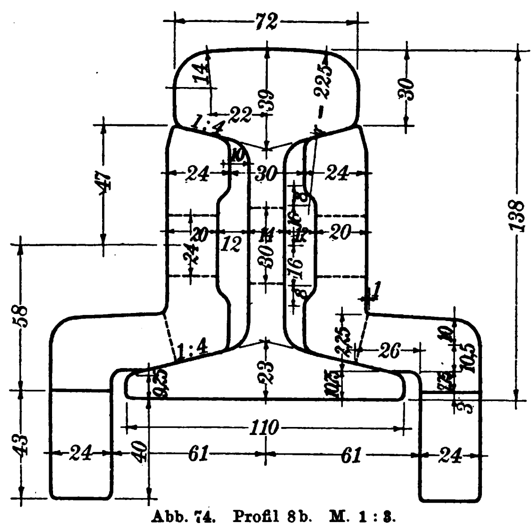


Abb. 74. Profil 8b. M. 1 : 3.

3. Beide Laschen müssen bei gleicher Querschnittsform gleichartig zur Schienenform angeordnet werden, so daß ein Anlaß zu einseitiger (exzentrischer) Belastung der Schiene durch die Stoßverbindung nicht gegeben wird, und Biegungsspannungen der Laschenschrauben nicht eintreten.

4. Die Anlagefläche der Laschen an die Schiene (die Laschenanschlußflächen) müssen recht breit sein, damit eine gute Druckübertragung gesichert, der Druck auf die Flächeneinheit der Anschlußebenen geringer, und somit der Materialverschleiß herabgemindert wird.

5. Die Neigung der Laschenschlußfläche darf nicht zu groß sein (in Preußen 1 : 4) (vgl. auch: Schiene S. 57 u. S. 82).

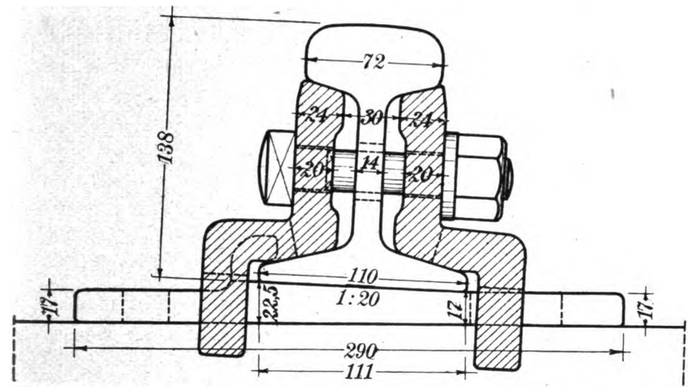


Abb. 75. Querschnitt durch die Stoßverbindung. Profil 8b. M. 1 : 4.

6. Die Lasche muß nachstellbar sein und darf deshalb auf keinen Fall den Schienensteg berühren, da andernfalls die Gefahr des Einarbeitens eintreten und dadurch eine unzulässige Stegschwächung hervorgerufen würde

Abb. 76a

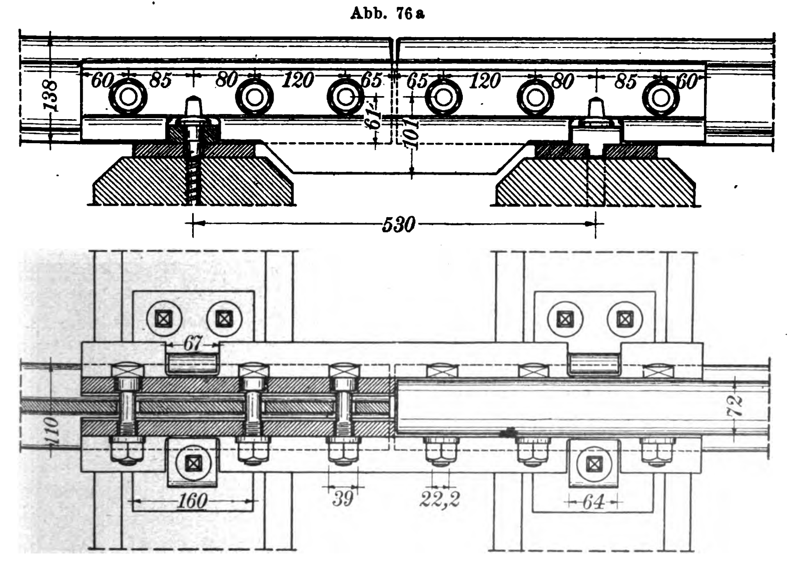


Abb. 76b. Stoßverbindung. Oberbau 8 $\frac{24\ H}{15}$ Profil 8b. M 1 : 10.

7. Die Laschen sollen möglichst lang sein und über die Stoßschwellen und über die auf denselben befindliche Schienenbefestigung greifen.

Während bei neuen Laschen den gestellten Anforderungen im allgemeinen gut Rechnung getragen werden kann, stellen sich bei allen Stoß-

verbindungen stets, nachdem sie einige Zeit im Betriebe liegen, mehr oder minder große Mängel ein. Es bilden sich bald zwischen Lasche und Schiene Zwischenräume, die bei stetem Wachsen auf die Güte der Anordnung sehr nachteilig wirken und besonders das schädliche Kopfnicken der Schienen hervorrufen. Auf die Stoßverbindung muß deshalb stets die größte Sorgfalt bei der

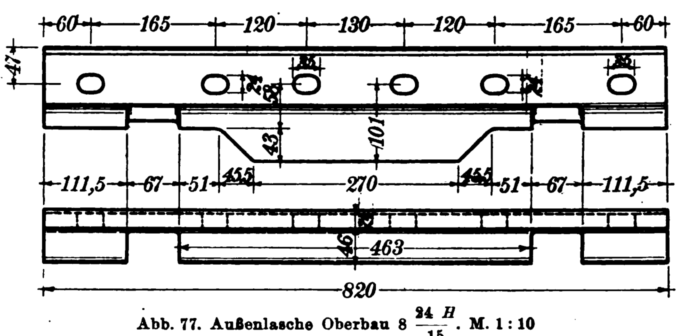


Abb. 77. Außenlasche Oberbau 8 $\frac{24\,H}{15}$. M. 1 : 10

NB. Die Innenlasche erhält runde Löcher mit 24 mm Durchmesser.

Bahnunterhaltung verwendet werden. Sobald sich irgend welche Lockerung der Befestigungsteile der Verbindung zeigt, muß ein Nachstellen der Laschen er-

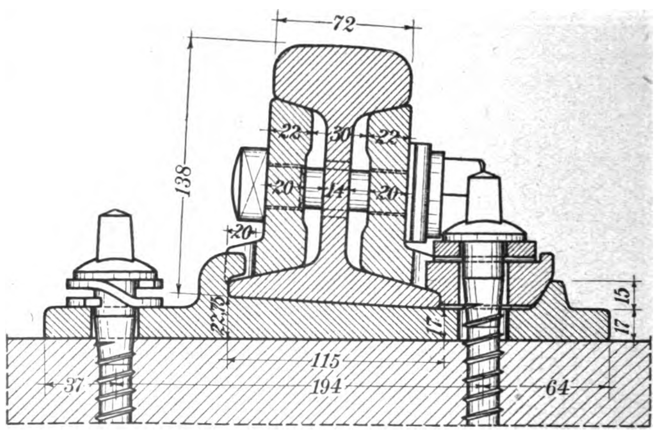


Abb. 78. Querschnitt durch die Stoßschwelle. Oberbau 8 $\frac{Br + 24\,H}{15}$. Profil 8 d. M. 1 : 4.

folgen. Durch gewissenhafte Ausübung der Aufsicht und durch das rechtzeitige Beseitigen der Lücken kann viel zur guten Gleislage beigetragen werden.

Die Laschen bestehen aus Flußstahl oder Flußeisen.

In Preußen werden zurzeit meist Doppelwinkellaschen (**Kremplaschen**) verwendet, für die festen Stöße bei Weichen einfache Winkellaschen. Die letzteren haben den gleichen Querschnitt wie die Kremplaschen, jedoch fehlt bei ihnen der unter Schienenunterkante liegende Teil. Die früher benutzten Flachlaschen haben sich nicht bewährt. Für die Schienenprofile 10a und 11a sind ebenfalls Winkellaschen im Gebrauch.

Die äußeren Laschen (*Außenlaschen*) und die inneren Laschen (*Innenlaschen*) sind bis auf die Lochform gleich ausgebildet (Abb. 77, S. 84).

Die Außenlaschen haben ovale, die Innenlaschen runde Löcher (vgl. Laschenschrauben S. 87).

Über den Stoßschwellen hat die Kremplasche nur einfache Winkelform, außerdem sind Ausklinkungen vorgesehen, in welche die Befestigungsmittel hineinfassen. Auf diese Weise wird der Fortbewegung des Gleises in der Fahrrichtung entgegengewirkt, denn durch Anlegen der Lasche an die Haken der Stoßunterlagsplatten werden die aufzunehmenden Kräfte auf die letztere, und von da auf die Schwellen und Unterbettung übertragen; die beiden Stoßschwellen werden so zur Sicherung gegen Wandern mit herangezogen. Bei den neueren Oberbauanordnungen wird die Stoßverbindung durch Anwendung besonderer Wanderklemmen (s. S. 92) und Winkellaschen entlastet.

Die Laschen müssen vollkommen gerade sein, so daß die Flächen, mit denen sie den Kopf und den Fuß der Schiene berühren, auf der ganzen Länge zur Anlage kommen. Die Seitenflächen der Klinkungen müssen ebenfalls glatt und eben sein.

Die Laschenlänge ist je nach den einzelnen Schienengruppen, für welche sie zur Verwendung gelangen, verschieden und beträgt 690 bis 900 mm.

Die Laschen der entsprechenden Schienenprofile 6 und 7, 8 und 9 sind unter sich völlig gleich, mit Ausnahme der Laschen, welche bei Blattstoßausbildung (7d und 9d) verwendet werden. Bei diesen ist der Abstand der beiden mittleren Löcher und damit auch die Gesamtlänge der Laschen geringer als bei den übrigen Laschen der betreffenden Gruppe. Bei den Oberbauarten 8d, 9f, 15c und 16g kommen wegen der gekuppelten bzw. Doppelschwellen, die bei diesen Anordnungen am Stoße vorgesehen

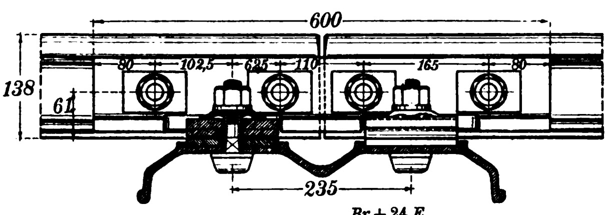


Abb. 79a. Stoßverbindung Oberbau 8 $\frac{Br+24E}{15}$. Ansicht. M. 1:10.

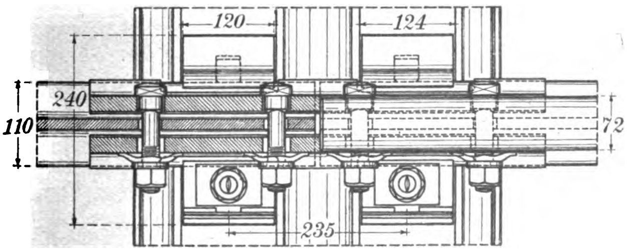


Abb. 79b. Grundriß und Aufsicht. M. 1:10.

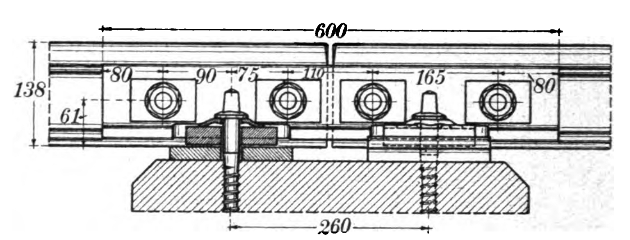


Abb. 80a. Stoßverbindung Oberbau 8 $\frac{Br + 24\,H}{15}$ Ansicht. M. 1 : 10.

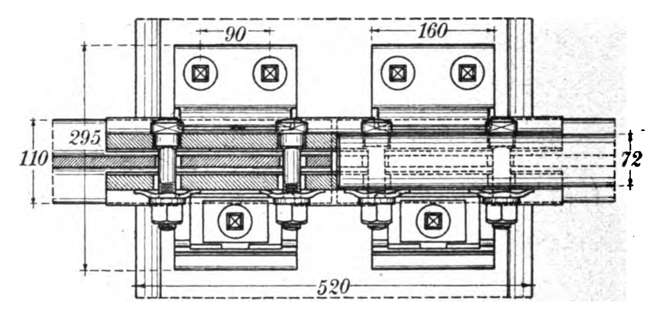


Abb. 80b. Grundriß und Aufsicht. M. 1 : 10.

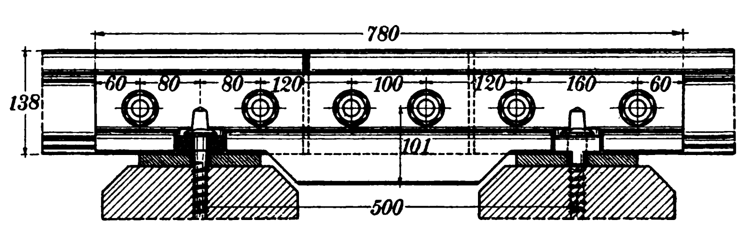


Abb. 81a. Stoßverbindung Oberbau 8 $Bl\,\frac{26\,H}{15}$. Ansicht. M. 1 : 10.

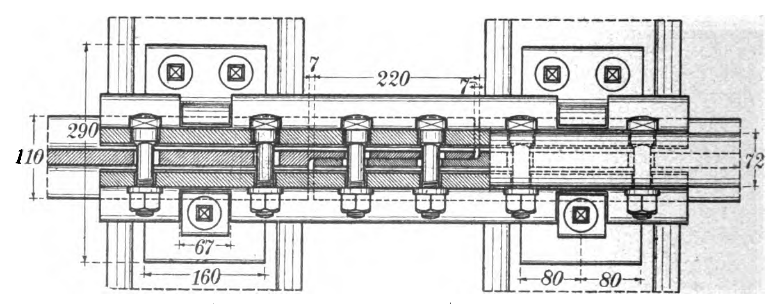


Abb. 81b. Grundriß und Aufsicht. M. 1 : 10.

sind, besondere Winkellaschen mit kurzen wagrechten Schenkeln zur Anwendung (Abb. 78). Die Laschen zu den Schienen 10 und 11 haben ebenfalls eigene Formen erhalten.

Die Stoßverbindungen für Oberbau $8 \frac{Br + 24 E}{15}$ sind in Abb. 79 a/b dargestellt, die für Oberbau $8 \frac{Br + 24 H}{15}$ in Abb. 80 a/b, für Oberbau $8\, Bl. \frac{24 H}{15}$ in Abb. 81 a/b.

Übergangslasche: Zum Übergang von einer Oberbauanordnung zu einer anderen bedarf es besonderer Übergangslaschen, die im allgemeinen nach Art der Flachlaschen entsprechend ausgebildet sind und eine durchlaufende Fahrkante ermöglichen müssen.

2. Die Laschenschrauben (Laschenbolzen).

a. Ausbildung.

Die Laschen der Schienenprofilgruppen I, II und III werden meist mit 6 Laschenschrauben befestigt, die für Profil 10 und 11 nur mit 4. Die im Jahre 1910 herausgegebenen Oberbauanordnungen mit Breitschwellen (s. S. 95 u. 96) haben nur noch 4 Laschenbolzen.

Eine wesentliche Bedingung der dauernden Wirksamkeit der Laschenverbindung besteht in der entsprechenden Spannung der Laschenbolzen, dieselben werden daher auf Zug beansprucht. Um die Spannung zu erreichen, ist es notwendig, daß sie beim Anziehen gegen Drehung gesichert sind. Hierbei sind am Kopfende des Schraubenschaftes ovale Ansätze geschaffen, die in die gleichgeformten Löcher der Außenlasche greifen. Die Bolzen liegen in den Laschenlöchern fest; der wegen Wärmeänderungen nötige Spielraum ist den Schienenlöchern zugeteilt (vgl. S. 54).

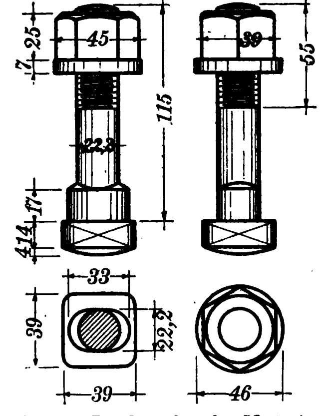


Abb. 82. Laschenschraube. M. 1 : 4.

Die Laschenschrauben für alle Schienengruppen sind bis auf die wechselnde Schaftlänge völlig gleich, nur bei den der Schiene 11 zugehörigen ist eine Abweichung vorhanden.

Der Kopf der Laschenschrauben, welche einen Bolzendurchmesser von 22,3 mm haben, ist viereckig und hat die gleiche Schlüsselweite wie die sechseckige, 32 mm hohe Mutter, die unten auf 7 mm Höhe einen kreiszylinderförmigen Bund besitzt (Abb. 82). Dieser liefert eine große Anlagefläche und sichert sehr wirksam gegen Losrüttelung (Bundmutter).

Die Bundmuttern werden nach der Innenseite des Gleises gelegt, damit einesteils das Gleis außen behufs sicherer Lage bis zur Schienen-

kopfhöhe verfüllt werden kann, und so gleichzeitig das Klirren vermindert wird; andernteils ist der beaufsichtigende Beamte bei der Gleisbegehung imstande, gleichzeitig beide Schienenstränge hinsichtlich des Festsitzens der Muttern und dgl. zu überwachen. Die Bolzen müssen so tief angebracht sein, daß auch bei größter zulässiger Abnutzung des Schienenkopfes ein Berühren der Bolzen durch die Radkränze nicht eintritt, s. auch unter b.

Wie bei allem Kleineisenzeug, so ist auch bei der Stoßverbindung möglichste Einheitlichkeit aller Teile angestrebt worden. Für alle Oberbauteile sind nur 2 Schlüsselweiten nötig, für die Laschenschraube eine solche von 40 mm, für die Laschenschrauben der Schienen Nr. 11 und für die Hakenschrauben von 34 mm.

b. Sicherung der Schraubenbolzen.

Da die dauernde sichere Anlage der Lasche an die Schiene das wichtigste Erfordernis eines guten Schienenstoßes bedeutet, so hat man stets ein sehr großes Gewicht darauf gelegt, daß die erforderliche Spannung der Laschenbolzen immer gewährleistet ist.

Die Bundmuttern rütteln sich trotz der großen Anlageflächen im Betriebe los, es werden daher zurzeit eine Anzahl von Verbesserungen zur Sicherung der Schrauben ausgeprobt. Man kann z. B. zwischen die Bundmuttern und dem über dem Schienenfuß liegenden Laschenteil ein Flacheisen schieben oder ein solches, mit entsprechenden Ausklinkungen versehen, über die Bundmuttern hängen, so daß Verdrehungen ausgeschlossen sind. Diese Anordnungen haben jedoch bei ihren sonstigen Vorzügen u. a. den Nachteil, daß einzelne Schrauben, die sich gelockert haben, nicht für sich allein angezogen werden können, sondern die ganze Sicherung abgenommen werden muß, und dann erst eine Berichtigung eintreten kann. Es muß als ein dringendes Erfordernis der Gleisunterhaltung bezeichnet werden, daß die gute Lage der Befestigung immer gewahrt bleibt und selbst kleine Lockerungen der Schraubenverbindung durch Anziehen sofort zu beseitigen sind. Diese Berichtigung genügt jedoch allein noch nicht, sondern eine genaue Beobachtung des betreffenden Gleisteiles während des Befahrens der Züge uud die Feststellung etwaiger sonstiger Fehler ist nötig.

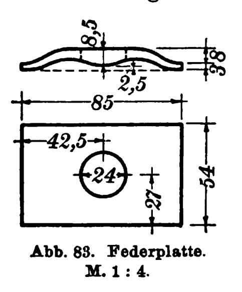


Abb. 83. Federplatte. M. 1 : 4.

Von den früher zur Sicherung der Mutter benutzten Federringen ist man abgekommen, da die Federkraft bald erlahmte und ein nicht unerheblicher Materialverschleiß eintrat.

Beim Oberbau 8d und 15c sind neuerdings viereckige Federplatten (s. Abb. 83) unter die Bundmuttern gelegt worden, welche eine dauernde Spannwirkung der zwischen Schraubenkopf und Mutter eingespannten Teile auch bei etwaigem Verschleiß erzielen sollen (auch das Wandern soll verhindert werden!). Um das Brechen der Federplatten zu verhüten, dürfen

sie nicht gehärtet werden, auch sollen sie nicht fest an die Laschen angedrückt werden, sondern sollen stets 1,5 mm Spiel besitzen behufs Erzielung einer Federwirkung. Unter den Federplatten dürfen sich keine Sandkörner befinden.

IV. Besondere Stoßanordnungen.

Zur Verbesserung des Schienenstoßes sind bereits vielerlei Anordnungen entstanden, ohne jedoch bislang in größerem Maßstabe zur Einführung zu gelangen, die wichtigsten hiervon sind folgende:

1. Die Wechselstegschiene von Dr. Viëtor.

Dieselbe gestattet die Verwendung des Blattstoßes unter Benutzung eines Schienenprofils, bei welchem der Steg nicht mehr in Schienenmitte liegt, sondern um halbe Stegstärke seitwärts gerückt ist. Die beim Blattstoß oben erwähnten Nachteile (S. 82) der Stegverschwächung fallen fort. Es kann durchweg der normale Steg ausgeführt werden; eine Stegverstärkung des gewählten Schienenprofils wird unnötig, und eine Ersparnis an Material wird somit erzielt.

Nachteil: Infolge der nicht gleichmäßigen Herstellung der verschiedenen Walzseiten der Schiene kann eine gute Verlaschung nicht ermöglicht werden. Die Anordnung hat sich zum Teil nicht bewährt. (Wechselstegschienen liegen zurzeit auf der Berliner elektrischen Hoch- und Untergrundbahn.)

2. Der Blattstoß von Becherer und Knüttel.

Bei diesem Blattstoß werden die Schienenenden fest durch die auf den Stoßschwellen liegenden Unterlagsplatten unterstützt. Dieser ruhende Halbstoß erfordert eine Abbiegung der entsprechend bearbeiteten Schienenenden derart, daß die Stege der beiden Schienen dicht nebeneinander liegen.

Vorteil: Infolge der gemeinsamen, unmittelbaren Stoßlückenunterstützungen wird ein einseitiges Ansteigen der Schienenköpfe vermindert, die Schläge infolge des Kopfnickens fallen fort; Schienenlängen von 15 m und mehr sind zulässig. Diese Anordnung hat sich bei der Königlichen Eisenbahndirektion Berlin andauernd gut bewährt, und Versuche in größerem Maßstabe sind angestellt worden.

3. Der Brückenstoß.

Der Brückenstoß wurde vom Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation entworfen und in Preußen versucht. Der Stoß ruht auf einer flußeisernen Brücke, die den Druck auf die beiden benachbarten Stoßschwellen verteilt. Seitlich wurde der Stoß durch Laschen gedeckt, die sich mit ihren unteren Enden gegen die Brücke stützen.

Auch diese Anordnung hat sich nicht bewährt.

4. Die Stoßfangschiene. (Dresdner Bank.)

An der Außenseite der Schiene liegt an der Stoßstelle eine Schiene mit besonderer Form, welche daselbst die Räder der Fahrzeuge tragen soll. Sie ist nach den Enden abgeschrägt, um ein allmähliches Auflaufen der Räder zu gewährleisten (Auflauflaschen).

Die Anordnung hat sich ebenfalls den Anforderungen des Betriebes nicht gewachsen gezeigt.

g. Das Wandern der Schienen und die Mittel zu seiner Verhütung.

Die Stoß- und Reibungskräfte, welche von den Fahrzeugen auf die Schienen übertragen werden, und die Wärmeänderungen bewirken eine Längsverschiebung des Gleises, die man das **Wandern** nennt.

Diese Kräfte sind hauptsächlich:

1. Der Stoß der Räder, vor allem der des ersten Rades eines Zuges beim Überschreiten der Stoßlücke, gegen das vorliegende Gestänge.
2. Die rollende Reibung der Laufräder.
3. Die gleitende Reibung aller gebremsten Räder; ferner findet
4. noch eine Bewegung der Schiene in der Fahrrichtung infolge der elastischen Durchbiegung statt.

Das Wandern tritt meistens in der Fahrrichtung auf, daher ist es bei den eingleisigen Bahnen nur selten und im geringen Maße vorhanden, besonders bei Gefällstrecken kommt es talabwärts zur Erscheinung; bei den zweigleisigen Bahnen jedoch ist es sehr stark ausgeprägt und wirkt sehr störend.

Als **Nachteil** dieser schädlichen Gleisbewegung ist das Eintreten zu großer Stoßlücken an einzelnen Punkten, die Stauchung der Schienen durch Schließen von Stoßlücken und Gleisverwerfungen an andern Stellen und die damit verbundenen Gefahren für den Betrieb zu bezeichnen. Die Schienen müssen gegebenenfalls losgenommen und neu verlegt werden, wodurch erhebliche Kosten entstehen. Das Wandern tritt an den Schienen eines äußern und innern Gleisstranges unter Umständen verschieden auf. In der Geraden wandert der in der Fahrrichtung links liegende Strang meist mehr, in Krümmungen die Außenschiene stärker als die Innenschiene. Hierdurch entstehen Schrägstellungen der Schwellen, und eine Spurveränderung tritt ein. Bei Bremsstrecken, bei welchen regelmäßig das Abrollen der Räder durch die Bremsen gehindert wird, ist das Wandern ganz besonders stark, so z. B. vor Bahnhöfen und bei steilem Gefälle.

Mit allen Mitteln muß man bestrebt sein, diesen schädlichen Einwirkungen auf eine gute Gleislage entgegenzutreten. Vor allem kann dies durch ein möglichst steifes Gleis mit kräftigen Schwellen und guter Bettung geschehen. Bei der Gleisunterhaltung ist zu beachten, daß die Fahrschienenkanten gleich hoch und auch seitlich in gleicher Flucht liegen, daß die Laschen-

bolzen fest angezogen und besonders die Laschen zwischen den mittleren Laschenschrauben nicht zu sehr ausgearbeitet, ferner die Stoßlücken nicht zu groß ($\leq$ 12 mm) sind. Außerdem erweist es sich jedoch als dringend notwendig, besondere Mittel zur Verhütung des Wanderns zu benutzen. Dieselben suchen alle die schiebende Kraft der Schiene auf die Schwellen zu übertragen, um deren Reibung auf der Bettung als Widerstand nutzbar zu machen.

Wenn auch durch die Ausklinkung der Stoßlaschen zwei Schwellen zum Widerstand nach beiden Richtungen herangezogen wurden und das vorliegende, unbelastete Gleis nach rückwärts infolge der Starrheit der Verbindung gegen das rückliegende belastete unverschieblich verankert wird, so hat sich dies doch nicht als ausreichend erwiesen.

Es wurden bei den preußisch-hessischen Eisenbahnen daher zur Verstärkung des Widerstandes gegen das Wandern bislang Stemmlaschen je nach Bedarf verwendet. Dieselben haben für alle Oberbauarten den gleichen Querschnitt wie die für die Schienen 10a vorgesehenen Stoßlaschen. Vermöge Ausklinkungen, die gleichzeitig wie die der Stoßlaschen ausgebildet sind und sich gegen Hakenplatten legen, werden zwei weitere benachbarte Schwellen durch je ein Stemmlaschenpaar gegen Verschiebung zur Wirkung gebracht.

Jede Schiene von 12 oder 15 m Länge erhält im allgemeinen eine Stemmlasche, die 18 m langen Schienen erhalten 2 Stemmlaschen. Diese werden an jedem Gleisstrange an der Außenseite angebracht. In Gefällen und Steigungen von 1 : 1000 an und in wagrechten Bremsstrecken sind an jeder Schiene von 12 oder 15 m Länge zwei, gegebenenfalls mehr Stemmlaschen anzubringen, sofern der Verkehrsumfang ein stärkeres Wandern der Schienen erwarten läßt.

Die Stemmlasche ist 760 bzw. 800 mm lang, wird durch zwei Bolzen an den Schienen befestigt und erfordert einen Schwellenabstand von 600 bzw. 620 mm. Bei eingleisigen Bahnen wird durch diese Anordnung das Wandern fast vollständig verhütet, bei zweigleisigen soweit eingeschränkt, als es überhaupt möglich erscheint; durch sorgfältige Überwachung und Unterhaltung lassen sich die geringen Verschiebungen ohne erhebliche Schwierigkeiten für den Betrieb unschädlich machen.

Bei den neueren Oberbauanordnungeu ist von der Verwendung von Stemmlaschen Abstand genommen worden, die Wanderkräfte werden durch besondere Vorrichtungen, Wanderklemmen genannt, unmittelbar von der Schiene auf die Schwellen übertragen und der Stoß so vollständig von den Wanderkräften entlastet.

Weitere Vorteile der Wanderklemmen: Eine Durchbohrung der Schienen behufs Anbringung von Laschenschrauben und damit eine Verschwächung wird vermieden, es wird lediglich die Wirkung der Reibung, welche durch Keil- und Schraubenwirkung erzeugt wird, zur Übertragung der Wanderkräfte benutzt.

Bislang sind drei Bauarten verwendet; die Keilwirkung wird bei der Bauart Dorpmüller-Paulus und Stahlwerk Osnabrück, die Schrauben-

wirkung bei der Bauart Gewerkschaft Deutscher Kaiser benutzt. An jeder Schiene werden 4—6 Wanderklemmen angebracht, die gleichmäßig gegen die Schienenmitten verteilt werden und so 4—6 Schwellen zur Aufnahme der Wanderkräfte heranziehen.

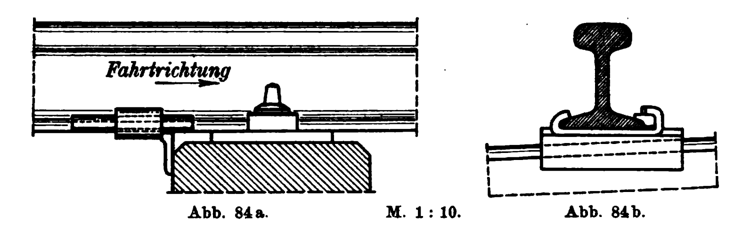


Abb. 84a. M. 1 : 10. Abb. 84b.

In Abb. 84a/b ist die Bauart Paulus-Aachen angegeben. Beim Anbringen der Klammer schiebt man das Stemmstück (Abb. 85a—c) so auf den Schienenfuß, daß sich der kleine Haken an der Außenseite

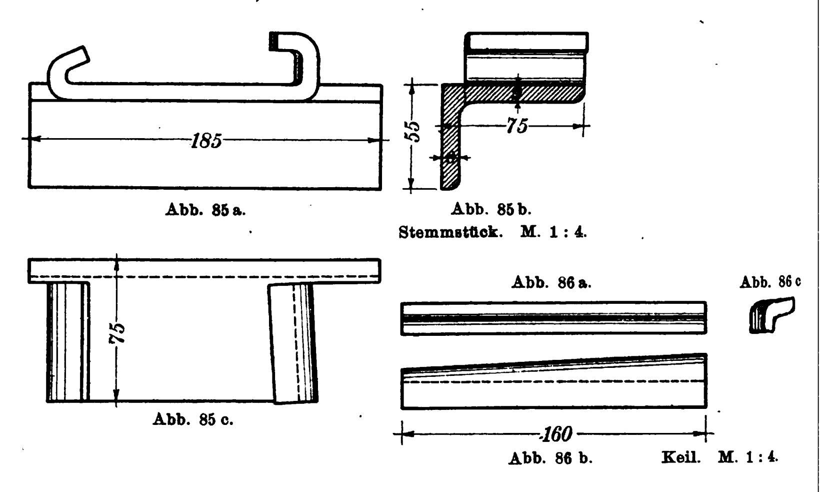


Abb. 85a. Abb. 85b. Stemmstück. M. 1 : 4. Abb. 85c.

Abb. 86a. Abb. 86c Abb. 86b. Keil. M. 1 : 4.

des Schienenfußes und der abwärts reichende Schenkel des Stemmstückes an die Schwellen anlegt. Der Keil (Abb. 86a—c) wird dann an der Innenkante des Schienenfußes fest angetrieben. Die Bauart Stahlwerk Osnabrück findet nur bei Rippenschwellen Verwendung.

h. Die Leitschienen.

Die Leit- oder Schutzschienen (Zwangsschienen) haben den Zweck den seitlichen Verschleiß der äußeren Schienen in Krümmungen zu vermindern, das Aufsetzen der Räder der Betriebsmittel zu verhindern und so einen Schutz gegen Entgleisungen, besonders bei längeren Brücken und bei Stadtbahnen, zu gewähren.

Die Leitschienen werden neben der inneren Schiene bei einem Halbmesser unter 500 m angeordnet; sie werden auf Stützwinkeln befestigt; an den Leitschienenstößen sind besondere Stoßstützwinkel vorgesehen. Die Anzahl und Länge der Leitschienen ist gleich der Anzahl und Länge der Schienen des inneren Stranges der Krümmung. Als erste und letzte Leitschiene jeder Krümmung sind Leitschienen mit Einlauf einzulegen; der Einlauf ist nach der Fahrgeschwindigkeit zu regeln. Die Leitschienenstöße sind um 3,006 m gegen die entsprechenden Schienenstöße zu versetzen. Die Spurrinnenweiten betragen 57 mm bei Krümmungen von 500 bis 325 m und 63 mm bei Krümmungen von 325 bis 180 m. Die Rinnenweite wird am Ein- und Anslauf bis auf 100 mm erweitert.

Die Unterhaltung der Leitschienen bei Holzschwellen ist schwierig, besonders bei stark gekrümmten und geneigten Strecken. Während der Winterzeit ist der Leitschiene besondere Sorgfalt zuzuwenden. Schnee und Eis setzen sich zwischen Leit- und Fahrschiene und müssen rechtzeitig mit Schaufel und Picke entfernt werden, da sonst schädliche Rinnenerweiterungen eintreten und Seitendrücke auf Fahr- und Leitschiene ungünstig einwirken.

i. Die Schwellenteilung.

Die Zahl der unter einer Schiene zu verlegenden Schwellen und somit die Schwellenteilung bei derselben Schiene richtet sich hauptsächlich nach der Bahngattung, nach der Betriebsdichtigkeit und der Schnelligkeit der Züge, ferner nach dem Untergrund, nach dem Bettungsmaterial und den Krümmungs- und Steigungsverhältnissen.

Die Schwellenteilung geht vom Stoß aus, an welchem die Schwellen möglichst dicht liegen sollen, jedoch soll ihre gute Stopfbarkeit noch gewährleistet sein. Die Stoßentfernung beträgt in Preußen bei den Schienenprofilen 6e, 7e, 7d und 9d: 500 mm; bei 15a und 16a 540 mm, sonst durchweg 530 mm (s. auch S. 80).

Die Schwellenteilung nimmt vom Stoße allmählich zu, bis der höchstzulässige Wert erreicht ist, welcher dann durchgeführt wird; die Stetigkeit der Zunahme wird bei den älteren Anordnungen durch die für die Anbringung der Stemmlaschen erforderlichen Schwellenabstände von 600 mm unterbrochen.

Für die Verlegung der preußischen Oberbauanordnungen sind die in nebenstehender Tabelle angegebenen Schwellenteilungen nach den V. f. O. (1909) zu beachten.

k. Die Oberbauanordnungen der preußisch-hessischen Staatsbahnen.

Es sollen hier hauptsächlich die nach den neuesten Vorschriften (1911) festgesetzten Oberbauarten für Haupt- und Nebenbahnen, die auf den preußischen Staatseisenbahnen beim Bau neuer und Umbau bestehender Gleise, soweit dafür neues Material vorgesehen ist, zur An-

Schwellenteilungen für die Verlegung der Oberbauanordnungen der pr.-h. Staatsbahnen (O.-V. 1909).

Oberbau nach Oberbaubuch 1911	Schienenform	Schienenlänge (Baulänge) m	Schwellen für die Schienenlänge Stck.	Teilung der Querschwellen in mm	Mittelschwellen Stck.	Bemerkungen
15 *Br* 18 m *E*	Hauptbahnen 16 g/9 f	18,0	30	$\frac{235}{2}$—500—586 —26×600—586 —500—$\frac{235}{2}$	29	Eisenschwellen Stoßdoppelschwellen
15 *Br* 18 m *H*	„	18,0	30	$\frac{260}{2}$—500—573,5—26×600—573,5—500—$\frac{260}{2}$	29	Holzschwellen gekuppelte Stoßschwellen
15 *Br E*	15 c/8 d	15,0	25	$\frac{235}{2}$—500—586 —21×600—586 —500—$\frac{235}{2}$	24	Eisenschwellen Stoßdoppelschwellen
	„	12,0	20	$\frac{235}{2}$—500—586 —16×600—586 —500—$\frac{235}{2}$	19	Eisenschwellen Stoßdoppelschwellen
15 *Br H*	„	15,0	25	$\frac{260}{2}$—500—573,5—21×600—573,5—500—$\frac{260}{2}$	24	Holzschwellen gekuppelte Stoßschwellen
	„	12,0	20	$\frac{260}{2}$—500—573,5—16×600—573,5—500—$\frac{260}{2}$	19	Holzschwellen gekuppelte Stoßschwellen
8 18 m	9 e	18,0	29	265—549— 26×630—549—265		
8 „	8 b	15,0	24	265—624— 21×680—624—265		
		14,0	23	265—533—535—18×630—535—533—265		
		12,0	20	265—500—513—15×630—513—500—265		
6 18 m	7 e	18,0	27	250—593—24×680—593—250		Auch für Nebenbahnen mit 7,6 t Raddruck
6 „	6 e	12,0	18	250—653—15×680—653—250		
	„	10,0	15	250—673—12×680—673—250		
	Nebenbahnen 6 e	12,0	17	250—713—14×720—713—250		
	„	10,0	15	250—576—577—10×720—577—576—250		
	„	9,0	13	250—653—10×720—6[illegible]3—250		
	Ältere Anordnung 10 a	12,0	13	265—738—10×1000—738—265		
	11 a	12,0	14	265—678—11×920—678—265		

wendung kommen, kurz besprochen werden (vgl. Oberbaubuch der preußischen Staatseisenbahnen, Ausgabe 1911).

Die Oberbauarten sind nach den dafür vorgesehenen Schienenformen (6, 8 und 15) benannt. Zur näheren Kennzeichnung der Stoßanordnung, der Schwellenzahl und des Schwellenstoßes dienen Zusätze. Es bedeutet:

Bl = Blattstoß,
Br = Breitschwelle,
E = Eisenschwellen,
H = Holzschwellen (früher HE = Eichenschwellen,
HB = Buchenschwellen,
HK = Kiefernschwellen),
$\frac{24}{15}$ = 24 Schwellen auf 15 m Schienenlänge,
$\frac{Br + 24}{15}$ = Breitschwellen am Stoß und 24 Mittelschwellen auf 15 m Schienenlänge.

Die Oberbauanordnungen zerfallen in drei Gruppen.

Gruppe I.

1. Oberbau $6\,\frac{18\,H}{12}$ mit Schienen Nr. 6^e auf Holzschwellen.
2. Oberbau $6\,\frac{18\,H}{12}$ mit Schienen Nr. 6^e auf Eisenschwellen.
3. Oberbau $6\,Bl\,\frac{16\,H}{15}$ mit Schienen Nr. 7^d auf Holzschwellen.
4. Oberban $6\,\frac{27\,H}{18}$ mit Schienen Nr. 7^e auf Holzschwellen.
5. Oberbau $6\,\frac{27\,E}{18}$ mit Schienen Nr. 7^e auf Eisenschwellen.

Gruppe II.

6. Oberbau $8\,\frac{24\,H}{15}$ mit Schienen Nr. 8^b auf Holzschwellen.
7. Oberbau $8\,\frac{24\,E}{15}$ mit Schienen Nr. 8^b auf Eisenschwellen.
8. Oberbau $8\,\frac{Br + 24\,H}{15}$ mit Schienen Nr. 8^d auf Holzschwellen.
9. Oberbau $8\,\frac{Br + 24\,E}{16}$ mit Schienen Nr. 8^d auf Eisenschwellen.
10. Oberbau $8\,Bl\,\frac{26\,H}{15}$ mit Schienen Nr. 9^d auf Holzschwellen.
11. Oberbau $8\,\frac{29\,H}{18}$ mit Schienen Nr. 9^e auf Holzschwellen.
12. Oberbau $8\,\frac{29\,E}{18}$ mit Schienen Nr. 9^e auf Eisenschwellen.
13. Oberbau $8\,\frac{Br + 29\,H}{18}$ mit Schienen Nr. 9^i auf Holzschwellen.
14. Oberbau $8\,\frac{Br + 29\,E}{18}$ mit Schienen Nr. 9^i auf Eisenschwellen.

Gruppe III.

15. Oberbau $15\,\frac{Br + 24\,H}{15}$ mit Schienen Nr. 15^c auf Holzschwellen.
16. Oberbau $15\,\frac{Br + 24\,E}{15}$ mit Schienen Nr. 15^c auf Eisenschwellen.

17. Oberbau 15 $Bl \frac{Br + 24 H}{15}$ mit Schienen Nr. 16[e] auf Holzschwellen.

18. Oberbau 15 $\frac{Br + 29 H}{18}$ mit Schienen Nr. 16[g] auf Holzschwellen.

19. Oberbau 15 $\frac{Br + 29 E}{18}$ mit Schienen Nr. 16[g] auf Eisenschwellen.

Die Oberbauanordnungen der Gruppe I werden verlegt auf Hauptbahnen für einen Raddruck bis 7,6 t mit 680 mm Schwellenabstand, auf Nebenbahnen für einen Raddruck bis 7,6 t ebenfalls mit 680 mm Schwellenabstand und für einen Raddruck bis 7 t mit 720 mm Schwellenabstand.

Die Regelform für Gruppe I ist der Oberbau 6 $\frac{18}{12}$ und auf Nebenbahnen bei einem Raddruck bis 7 t der Oberbau 6 $\frac{17}{12}$.

Der Oberbau mit 6 *Bl* findet nur bei den größeren eisernen Brücken Anwendung, um Schläge an den Stößen zu vermeiden oder doch zu mildern. Die Schwellenteilung soll nicht über 600 mm betragen.

Außer den Regellängen der Schienen 7^d von 15,00 m Baulänge oder 15,22 m Länge einschließlich der Blätter und außer den hierzu gehörigen Ausgleichschienen sind noch Schienen 7^d von 12,00 m Baulänge oder 12,22 m Gesamtlänge vorgesehen, um eine Verschiebung der Stöße in der Weise zu ermöglichen, daß die Schienenstöße auf der Brücke richtig zum Eisenbau zu liegen kommen.

Der Oberbau 6 $\frac{27}{18}$ ist zur Verwendung in längeren Tunneln bestimmt. In solchen Tunneln, in welchen starke Rostbildung auftritt, soll nur der Oberbau 6 $\frac{27 H}{18}$ Anwendung finden.

Die Oberbauanordnungen der Gruppe II sind auf Hauptbahnen für einen Raddruck bis 8 t mit 630 mm Schwellenabstand und für einen Raddruck bis 8,5 t mit 600 mm Schwellenabstand zu verlegen.

Die in Betracht kommenden Oberbauformen sind 8 $\frac{24}{15}$, ferner für größere eiserne Brücken 8 $Bl \frac{24 H}{15}$ (Schwellenteilung nicht über 600 mm!) und für Tunnel und Wegübergänge 8 $\frac{29}{18}$. Für 8,5 t Raddruck wird — zunächst versuchsweise — der Oberbau 8 $\frac{Br + 24}{15}$ und in Tunneln und Überwegen solcher Strecken 8 $\frac{Br + 29}{18}$ verwendet.

Die Oberbauanordnungen der Gruppe III sind für Hauptbahnen mit einem Raddrucke bis 9 t bestimmt. Die Regelform bildet der Oberbau 15 $\frac{Br + 24}{15}$. Für größere eiserne Brücken kommt der Oberbau 15 $Bl \frac{Br + 24}{15}$ und für Tunnel und Überwege 15 $\frac{Br + 29}{18}$ zur Ausführung.

Für die Oberbauformen der Gruppen II und III finden die Vorschriften der Gruppe I sinngemäß Anwendung.

I. Oberbau mit Holzquerschwellen.

1. Anordnung und Verteilung der Unterlagsplatten.

a. Ältere Oberbauanordnungen.

A. Verteilung bei Eichen- und Buchenschwellen.

Bei Eichen- und Buchenschwellen werden bei den älteren Anordnungen als Unterlagsplatten auf allen Stoßschwellen und einigen Mittelschwellen Hakenplatten angebracht, die übrigen Mittelschwellen erhalten offene Unterlagsplatten.

Die Hakenplatten werden stets mit 3 Schwellenschrauben befestigt, die offenen Unterlagsplatten nur in Krümmungen oder bei besonderer Beanspruchung mit 3, sonst mit 2 Schwellenschrauben. Die Ausbildung der Hakenplatten für Eichen- und Buchenschwellen ist die gleiche.

Die Verlegung der Hakenplatten auf den Mittelschwellen geschieht wie folgt:

a. in wagrechten Gleisen auf 2 Mittelschwellen unter den Stemmlaschen,

b. in wagrechten Bremsstrecken und in Gleisen mit Neigungen bis 1:200 auf 4 Mittelschwellen unter den Stemmlaschen,

c. in Gleiskrümmungen mit einem Halbmesser $\leqq$ 500 m auf 8 Mittelschwellen, davon 4 unter den Stemmlaschen, bei 12 m langen Schienen; bei 15 m langen Schienen erhöht sich die Zahl auf 10,

d. in stärker als 1 : 200 geneigten Gleisen, oder Krümmungen mit Halbmessern $\leqq$ 250 m auf allen Mittelschwellen,

e. in Tunneln und auf Wegübergängen auf allen Mittelschwellen.

B. Verteilung bei Kiefernschwellen.

Es werden durchweg für Stoß- und Mittelschwellen Hakenplatten verwendet. Die Befestigung an der Gleisinnenseite erfolgt durch Klemmplatten, welche eine sehr gute Unterstützung für die Köpfe der hier 150 mm langen Schwellenschrauben abgeben.

b. Die neueren Oberbauanordnungen.

Bei den neueren Oberbauanordnungen werden auf allen Schwellen Hakenplatten mit Klemmplatten verlegt.

A. Die Hakenplatten.

Die Hakenplatten *H* 6 und *H* 8 für Holzschwellen zu den Oberbauanordnungen 6 und 8 haben das gleiche Walzprofil. Der Hakenhohlraum und die Lochung dieser Hakenplatten sind verschieden, letztere nur insoweit, als das Loch bei der Form 6, der geringeren Schienenfußbreite entsprechend, einen kleineren Abstand zeigt als bei 8. Die Hakenplatten *H* 15 für Holzschwellen sind bei den Oberbauformen 8 *Br* und 15 *Br* nur im Hakenhohlraum verschieden.

B. Die Klemmplatten.

Die Klemmplatten zur Schienenbefestigung auf Holzschwellen sind bei den Oberbauformen 6, 8, 8 *Br* und 15 *Br* nur in je einer Form vorgesehen. Die Klemmplatten *H* 8 zeigen bei der Oberbauform 8 gegenüber den Klemmplatten *H* 6 die Abweichungen, die durch die verschiedene Schienenform bedingt sind, außerdem sind die Vorderkanten abgeschrägt und die Abmessungen stärker gehalten. Durch die Abrundung der Kante oberhalb des Knaggens unterscheiden sich diese Klemmplatten von den Klemmplatten für eiserne Schwellen.

II. Oberbau mit eisernen Querschwellen (Abb. 87).

1. Hakenplatten.

Zur Erzielung der erforderlichen Spurerweiterung sind bei den Hakenplatten *E* 6, *E* 8 und *E* 15 nach außen Ansätze mit verschiedenen Stärken vorgesehen, denen nach innen verschieden breite, wagrechte Stücke mit den erforderlichen Lochabmessungen entsprechen.

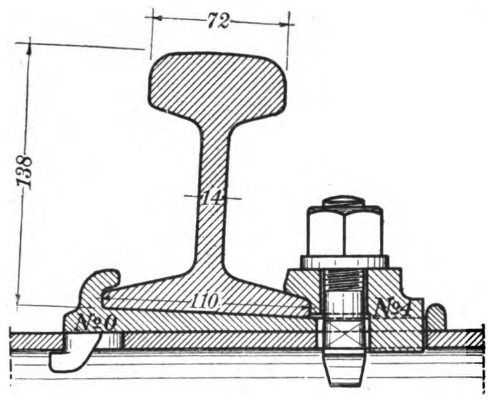


Abb. 87. Profil 8 b. M. 1 : 4.

Zu den Nummern 0, 1, 3 und 4 der Hakenplatten *E* 6 und *E* 8 gehören äußere Ansätze von 8, 11, 17 und 20 mm Länge und wagrechte innere Leisten von 43, 40, 34, 31 mm Breite bei Profil 6 und 7 und von 57, 54, 48 und 45 mm Breite bei den übrigen Profilen (s. Abb. 68 a/b). Zu den Hakenzapfenplatten-Nummern 0, 1, 3 und 4 gehören Ansätze von 38, 41, 47 u. 50 mm Länge (s. Abb. 71 a/b) und innere wagrechte Leisten von 12, 9, 3 und 0 mm Länge.

Die Hakenplatten der einzelnen Oberbauten unterscheiden sich sonst lediglich durch die Lochbreiten und einige kleinere Abmessungen. Im geraden Gleise finden die Hakenplatten Nr. 3 und Nr. 4 Verwendung.

Die Spurerweiterung, welche von 3 zu 3 mm veränderlich gemacht werden kann, wird vermittels der Hakenplatten und unter Zuhilfenahme von Klemmplatten, bewirkt.

2. Die Klemmplatten.

Die Klemmplatten *E* 6 und *E* 8 für Eisenschwellen sind in vier verschiedenen Nummern Nr. 0, 1, 3 und 4 mit Ansätzen von 0, 3, 9 und 12 mm vorhanden behufs Herstellung der einzelnen Spurerweiterungen. Im geraden Gleise sind die Nummern 0 und 1 zu verwenden.

Für Hakenzapfenplatten gelangt nur eine Form der Klemmplatten (15) zur Ausführung (s. Abb. 72 a/b), welche für Holzschwellen und Eisenschwellen zu den Oberbauformen 8 *Br* und 15 *Br* gleich ist.

Die Klemmplatten der Profile 6 und 7 unterscheiden sich von denen der Profile 8, 9 und 15 durch die Form und Abmessungen. Erstere haben außerdem eckige, letztere runde Löcher. Für Oberbau 11 a *E* sind besondere Klemmplatten nötig.

Die vorgeschriebenen Spurerweiterungen werden unter Benutzung von Haken- und Klemmplatten wie folgt erhalten:

Spurerweiterung in mm	Es werden verlegt an der linken Schiene		an der rechten Schiene	
	Hakenplatte Nr.	Klemmplatte Nr.	Klemmplatte Nr.	Hakenplatte Nr.
0	4	0	1	3
3	3	1	1	3
6	4	0	3	1
9	4	0	4	0
12	3	1	4	0
15	1	3	3	1
18	1	3	4	0
21	0	4	4	0
24	3	1	4	0
27	1	3	3	1
30	1	3	4	0

Für Hakenzapfen gilt folgende Verteilung:

Spurerweiterung in mm	Es werden verlegt an der linken Schiene	an der rechten Schiene
0	Nummer 4	Nummer 3
3	„ 3	„ 3
6	„ 4	„ 1
9	„ 4	„ 0
12	„ 3	„ 0
15	„ 1	„ 1
18	„ 1	„ 0
21	„ 0	„ 0

3. Die Hakenschraube.

Die Hakenschrauben der Profile 6 und 7 (Oberbau 6) sind unter sich gleich. Die Hakenschraube für die Profile 8 und 9, 15 und 16 (Oberbau 8, 8 *Br* und 15 *Br*) hat einen größeren Gewindedurchmesser und entsprechend stärkere sonstige Abmessungen erhalten. Zum Schutz gegen Losrütteln sind Bundmuttern vorgesehen. Bei 8^d und 15^c (8 *Br* und 15 *Br*) sind Federplatten vorhanden, wodurch sich die Schaftlänge um 15 mm vergrößert gegen die für die übrigen Profile 8 und 15.

1. Die Bettung.

I. Allgemeines.

Die unmittelbare Unterstützung der Schwellen erfolgt durch eine möglichst wasserdurchlässige, widerstandsfähige und dabei elastische Schicht, welche Bettung genannt wird.

Dieselbe hat hauptsächlich den Zweck:

1. Die von den Betriebsmitteln ausgehenden, von den Schienen auf die Schwellen übertragenden Kräfte sicher weiter auf das Planum und den Unterbau zu leiten, daselbst gleichmäßig zu verteilen und eine zu hohe Beanspruchung derselben zu verhindern.

2. Die dauernd ruhige Lage des Oberbaus durch einen entsprechend großen Widerstand gegen wagrechte und senkrechte Kräfte zu gewährleisten.

3. Die Trockenhaltung des ganzen Gestänges zu erzielen und damit die nachteiligen Einwirkungen des Frostes zu vermeiden und einen genügenden Schutz der Holzschwellen gegen Fäulnis, sowie der eisernen Schwellen gegen Rost zu schaffen.

An eine gute Bettung müssen daher folgende Anforderungen gestellt werden:

a. Der Bettungsstoff muß möglichst fest sein und besonders einen großen Widerstand gegen Zerdrücken besitzen, da sonst eine dauernd gute Gleislage nicht möglich und die Stopfbarkeit der Schwelle infolge des Zerbröckelns des Bettungsstoffes nicht gewahrt ist,

b. große Beständigkeit gegen die Einwirkungen des Frostes und der wechselnden Witterung zeigen,

c. im hohen Maße wasserdurchlässig, demnach frei von erdigen, lehmigen und tonigen Beimengungen sein, da andernfalls der Wasserabfluß gehindert und Staubbildung erzeugt wird,

d. eine möglichst große Reibung in sich und gleichmäßiges Korn haben; es wird hierdurch eine feste Lage des Gleises und gute Sicherung gegen Verschieben erreicht; der Druck wird besser innerhalb der Bettung und auf die Krone des Erdkörpers verteilt. Scharfkantiger Bettungsstoff ist daher günstiger als runder, jedoch darf die Korngröße nicht zu grob sein, da sonst das Unterstopfen der Schwellen und Anfüllen des Gleises bei geringen Hebungen nicht so gut möglich ist. Eine Steingröße von 3 bis 4 cm Seitenlänge und etwa 5 bis 6 cm Diagonallänge ist am besten. Bei Überschreitung dieser Größe tritt eine unruhige Gleislage ein, auch sind die Unterhaltungsarbeiten schwieriger.

e. Die Bettung soll hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung keinerlei Stoffe enthalten, die auf die Holzschwellen oder Eisenschwellen nachteilig einwirken oder infolge leicht zersetzbarer Beimengungen ein baldiges Zerfallen der Bettung hervorrufen.

Die große Wichtigkeit, welche eine gute Bettung für die Inanspruchnahme aller Bestandteile des Oberbaus und für die Erhaltung einer guten

Gleisanlage besitzt, verlangt eine sorgfältige Auswahl bei Beschaffung des Bettungsstoffes, welcher genau auf seine Durchlässigkeit, Tragfähigkeit, Festigkeit und Stopfbarkeit zu prüfen ist.

II. Der Bettungsstoff.

Als Bettungsstoff werden benutzt:

1. Steinschlag (Kleinschlag, Schlägelschotter).

Dieser ist als ein vorzügliches Bettungsmaterial zu bezeichnen, sofern er aus hartem, frost- und witterungsbeständigem, natürlichem Gestein hergestellt wird. Am besten geeignet sind: Basalt, Quarzit, Diorit, Grauwacke, auch Porphyr. Sandsteine, welche stets mehr oder minder wasseraufsaugend sind, eignen sich nicht, auch Granit kann, trotz seiner Härte, nicht empfohlen werden, da er infolge seiner Feldspateinschlüsse leicht verwittert; ebenso sind Kalksteine, von denen besonders die weichen schnell zerstört und in Brei verwandelt werden, nicht geeignet. Alle tonigen, schiefrigen oder Letten enthaltende Gesteine sind nicht zu verwenden.

Korngröße: 3 bis 4 cm, höchstens 6 cm.

Die Herstellung erfolgt zweckmäßig durch Steinbrechmaschinen, die Herstellung mittelst Handarbeit ist teurer und langsamer.

Infolge der großen Güte des Steinschlags wird derselbe jetzt bei den meisten Hauptbahnen eingebracht.

2. Kies.

Kies ist billiger als Steinschlag und wurde früher meist angewendet. Er ist als guter Baustoff zu bezeichnen, steht jedoch an Güte dem Steinschlag nach. Die rundliche Form der Kiesstücke erleichtert zwar die Arbeit des Stopfens, jedoch kann infolge des dadurch bedingten, geringen Reibungswiderstandes kein gleichmäßig festliegendes Gleis erzielt werden. Es werden daher mehr Nachstopfarten nötig. Erst wenn nach mehrjährigem Liegen im Gleise eine Zerkleinerung durch das Stopfen und damit ein Entstehen scharfer Kanten eingetreten ist, wird das Gleis ruhiger liegen.

Flußkies, falls er rein und hart ist, eignet sich am besten zum Einbauen.

Grubenkies ist weniger gut, da er meist mit erdigen, lehmigen oder tonigen Stoffen vermengt ist. Bei starker Verunreinigung ist er sogar vollkommen ungeeignet, da der Wasserabfluß verhindert wird. Eine Reinigung kann durch Schlämmen erfolgen.

Eine Sandbeimengung bis zu 10% kann bei Kies unbedenklich zugelassen werden, da bei hartem, scharfkörnigem Sande dadurch die Festigkeit des Kiesbettes erhöht wird. Ein größeres Verhältnis ist nicht zu gestatten, da der gute Wasserabfluß sonst beeinträchtigt würde. Zur Erzielung eines gleichmäßigen Kornes und der Reinigung wird Fluß- und Grubenkies gesiebt.

3. Sand.

Grober, reiner und scharfkörniger Sand kann nur im Notfall Verwendung finden. Er läßt sich leicht stopfen, bedarf jedoch bald wieder einer Nachstopfung, da er sich leicht lockert. Auch muß er vor den Einwirkungen des Windes geschützt werden, ferner zerstäubt er leicht und wirkt so schädlich auf die Betriebsmittel und Güter und belästigend auf die Reisenden ein.

4. Hochofenschlacke.

Diese kann unter Umständen eine gute Bettung ergeben, jedoch muß sie zuvor auf Frostbeständigkeit geprüft werden, darf nicht zusammenbacken und nicht schädliche, chemische Beimengungen (z. B. Schwefel) besitzen.

5. Kohlenschlacke.

Die Kohlenschlacke, ebenso wie der Steinschlag aus Klinkern, ist zu weich und nicht zu verwenden.

III. Die Bettungsstärke.

Die Güte des Bettungsstoffes allein bürgt nicht für die dauernd feste Lage des Gleises, sondern es müssen dem Bettungskörper auch die entsprechend richtigen Abmessungen gegeben werden.

Das wichtigste Maß ist die Bettungsstärke oder Bettungshöhe. Man versteht darunter das Maß der Stärke der Bettung von Schwellenunterkante bis zur Oberkante des Planums.

Die Bettungsstärke muß um so größer sein

1. je größer die Betriebslasten, je größer die Häufigkeit und Schnelligkeit der Züge ist,
2. je kürzer die Schwellenlänge, je geringer die übrigen Schwellenabmessungen sind,
3. je geringwertiger das zur Verwendung gelangende Bettungsmaterial,
4. je schlechter der Untergrund und
5. je kälter die Winterzeit ist.

Über die Mindestmaße der Bettungsstärke vgl. Abschnitt VII unter A 2c. Die Bettungsstärke darf auf keinen Fall zu gering bemessen werden, da andernfalls eine zu große Beanspruchung des Untergrundes, ein Einarbeiten der Schwellen in diesen, und somit Wassersäcke entstehen würden; Versackungen und Störungen der ordnungsgemäßen Gleislage würden durch diese ungünstigen Verhältnisse hervorgerufen.

IV. Ausbildung des Bettungskörpers.

Die Bettung wird bei den Pr.-H. Staatsbahnen nach Regelformen gestaltet, welche die Mindestmaße für die Bettung angeben (vgl. Abb. 17, 18, 19, 20, 21 u. 22, S. 21 bis 23). Durch einen festen Untergrund wird der Wert einer sachgemäßen Bettung wesentlich vermehrt. Bei nachgiebigem

nassen Untergrund muß die Bettungshöhe vermehrt werden; auch kann durch Herstellung einer Packlage auf schlechtem Untergrund eine sehr günstige Befestigung der überliegenden Bettung erfolgen.

Packlage. Die Packlage besteht aus größeren, frost- und druckbeständigen, festen Steinen von etwa 15 cm Länge, welche möglichst pyramidenförmige Gestalt haben und auf der Bahnkrone hochkantig, mit der breiten Kopffläche nach unten, dicht nebeneinander in gutem Verbande gestellt und sonst in der gleichen Weise versetzt und verzwickt werden, wie dies bei der Packlage der Landstraßen geschieht.

Das Versetzen muß möglichst auf einem Planum geschehen, das sich schon vollständig gesetzt hat und am besten festgewalzt wird. Auf die sorgfältigste Ausführung muß ganz besonderer Wert gelegt werden. Die Packlage ist stets mit einer Schicht völlig reinen, wetterbeständigen Steinschlags von 3 bis 5 cm Korngröße bis zur vorgeschriebenen Höhenlinie der Packlage zu bedecken, etwa über diese Linie hinausragende Spitzen der Packlagersteine müssen abgeschlagen werden. Die Oberfläche der Packlage soll im allgemeinen wagrecht hergestellt werden. Da das Planum wegen der Abwässerung eine sattelförmige Querneigung erhält, so muß durch Aufstellen der größeren Packlagersteine am Rande und der kleineren in der Mitte diese Neigung ausgeglichen werden. In Bögen weicht man von dieser Ausführung insofern ab, als dann die Oberfläche der Packlage zutreffendenfalls zweckmäßig gleichlaufend zur Schwellenunterkante angeordnet wird.

Sind gute Steine zur Packlage schwer zu beschaffen, so kann auch statt der Packlage eine untere Bettungsschicht aus recht grobem Kiese (bis zu 15 cm größter Abmessung der einzelnen Steine) eingebracht werden; auch scharfer, grobkörniger Sand ist zulässig, wenn auch nicht so gut.

Die Anordnung einer Packlage macht die Bettung aber keinesfalls überflüssig, dieselbe muß bei schlechtem Untergrund trotzdem noch Verstärkungen erhalten. Bei fester Unterlage wird man eine Packlage auch mit Vorteil verwenden können, jedoch muß zwischen Oberkante Packlage und Schwellenunterkante, unter der Schiene gemessen, bei Hauptbahnen mindestens 20 cm und bei Nebenbahnen mindestens 10 cm Bettungshöhe vorhanden sein. Bei feinerem Kiese ist dieselbe wegen der Entwässerung, unter grobem Kiese oder Steinschlag nur aus Sparsamkeitsrücksichten von Nutzen.

Die Bettung muß nach allen Seiten und nach unten gut entwässert sein. Seitenpackungen verschlammen leicht und sind daher in der Regel nicht zulässig. Auf keinen Fall darf die Bettung seitlich eine undurchlässige Einfassung erhalten. In Krümmungen wird bisweilen eine Anordnung von Trockenmauern an der Außenseite bei Wahrung der Möglichkeit schnellen Wasserabflusses durch große offene Fugen sich nötig machen. (Zweck: meist Ersparung von Grunderwerb usf.).

Eine ganz besonders gewissenhafte Ausbildung muß die Bettung bei tonigem und lehmigem Boden erfahren, da daselbst leicht Trogbildungen und ein Herausquetschen der Bettung erfahrungsgemäß eintreten. Die Nachteile können nur durch sorgfältige Entwässerung und durch Ausführung einer Bettungsstärke unter der Schwellenunterkante von mindestens = dem lichten Schwellenabstande + 20 cm umgangen werden.

Die jetzt meist und in Preußen ausschließlich benutzte Bettungsform ist die englische, bei welcher der Bettungskörper in voller Breite als auf dem Planum liegende Schicht durchgeführt wird. Über Abmessungen s. Abschnitt VII unter A, 2. a.

Die Bettung wird zunächst bis zur Höhe der Schwellenunterkante eingebracht; diese Masse wird ausschließlich zum Unterstopfen der Schwellen verwendet. Sofern das Gleis zur Ruhe gelangt ist, wird der Zwischenraum zwischen den Schwellen und der außen vor Kopf der Schwellen liegende Bettungsteil verfüllt.

An der Außenseite wird meist das Gleis bis zur Schienenoberkante angefüllt, auch erhalten vielfach die Schwellen zum besseren Schutz gegen wechselnde Witterungseinflüsse noch eine Überschüttung mit Bettungsstoff zwischen den Schienen, jedoch derart, daß die Befestigungsmittel behufs besserer Beaufsichtigung frei bleiben. Zum Verfüllen kann aus Sparsamkeitsrücksichten auch feinerer Bettungsstoff verwendet werden; dies hat jedoch den Nachteil, daß vor dem Nachstopfen dieser Füllstoff erst entfernt werden muß, um das Unterstopfen lediglich durch besseres Stopfmaterial zu gewährleisten.

Die Anfüllung von Kopf der Schwellen wird bei Hauptbahnen zweckmäßig zu 25 bis 30 cm in der Geraden, zu 35 bis 40 cm in den Krümmungen bemessen, bei Nebenbahnen zu 15 bis 25 cm in der Geraden und zu 25 bis 35 cm in den Krümmungen ausgeführt. Die preußischen Regelformen sehen für Haupt- und Nebenbahnen 30 cm vor.

Bei Schmalspurbahnen ist die Ausführung sehr verschiedenartig, empfehlenswert ist in der Geraden als Maß vor Kopf 10 bis 20 cm; in den Krümmungen ist eine entsprechende Vergrößerung nötig, welche an der Außenseite scharfer Bogen bis auf 50 cm erhöht werden kann.

Vielfach werden aus Sparsamkeitsrücksichten bei Nebenbahnen und Schmalspurbahnen bei der Verfüllung der Gleise wesentliche Einschränkungen in den gegebenen Maßen vorgenommen.

Die Verfüllungen haben den Zweck:

1. Das Verschieben des Gleises in der Längsrichtung (Wandern) zu erschweren;

2. die Wärmeschwankungen und Witterungseinflüsse möglichst fern zu halten;

3. die Geräusche beim Befahren der Gleise (Klirren) herabzumindern.

Die rasche Abführung des von der Bettung aufgenommenen Tagewassers geschieht durch das abgedachte Planum. Die Schienenstöße werden zweckmäßig durch ausgesetzte Steinpackungen (Rigolen) entwässert, bei undurchlässig und sonstwie ungünstigem Untergrunde sind zur Verhütung von Verschlämmungen Dränrohre, Sickerschlitze und Sickergruben einzulegen. Im allgemeinen sind jedoch die besonderen Entwässerungsanlagen bei Querschwellenoberbau selten, beim Langschwellenoberbau bilden sie die Regel. Eine dauernde Entwässerung kann nur durch Seitengräben mit guter Vorflut erfolgen. Sohle mindestens 60 cm unter dem Rand der Bahnkrone (Planum) je nach Boden.

Von besonderer Wichtigkeit ist eine sorgfältige Ausbildung der Bettung an den Stellen, wo das Gleis in Wegen oder in Straßen liegt, denn die Spurrillen nehmen meist das ganze auf der in Frage stehenden Wegoberfläche gesammelte Niederschlagswasser nebst dem Wegeschlamm auf. Durch eine große Bettungshöhe, sowie besten, wasserdurchlässigen und festen Bettungsstoff können die entstehenden Nachteile gemildert werden.

m. Die Oberbauausbildung bei den Schmalspurbahnen.

Die in den vorstehenden Abschnitten entwickelten Grundsätze über die Anordnung des Oberbaus können auch für Schmalspurbahnen angewendet werden.

Es ist jedoch dabei streng zu beachten, daß für jede Spurweite die Abmessungen des Oberbaus nach sorgfältiger Prüfung aller wichtigen, mitbestimmten Einflüsse festzulegen sind, wobei die vorgesehenen Raddrücke und Achsstände der Betriebsmittel, die Schwellenentfernung, die Abmessungen der Schienen und Schwellen wesentlich in Betracht kommen. Die Herbeiführung der ruhigen Lage des Gleises und die Herabminderung der Unterhaltungskosten muß vor allem berücksichtigt werden.

Wenn auch vielfach die Verwirklichung eines Bauentwurfs einer Schmalspurbahn eine möglichst sparsame Ausbildung verlangt, so spielt die spätere Unterhaltung für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs eine große Rolle.

Die Fahrgeschwindigkeiten sind auf diesen Bahnen allerdings kleiner als auf den Haupt- und den vollspurigen Nebenbahnen, jedoch ist im Vergleich mit letzteren die Bewegung der Lokomotiven infolge geringerer Spurweite und der dadurch bedingten Bauart, sowie der Gang der übrigen Fahrzeuge infolge der ungünstigen Schwerpunktslage bei den Schmalspurbahnen weniger ruhig, die Gefahr der Verschiebung und des Kantens der Schienen besonders groß; auch ist der Verkehr vielfach ein außerordentlich hoher, und die Erhaltung kann wegen der geringen Zahl der im Betriebe zu haltenden Beamten und Arbeiter keine eingehende sein.

Zu schwacher Oberbau wird in Kürze aber bald schwere Mängel zeigen, welche die Betriebsmittel ungünstig beeinflussen, die Sicherheit des Verkehrs vermindern und hohe Kosten zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes bedingen.

Es müssen daher folgende Anforderungen an den Oberbau der Schmalspurbahnen gestellt werden:

1. Die Schienenform muß dem Raddruck entsprechend kräftig und nicht zu leicht sein, da andernfalls eine Steigerung des Verkehrs die gute Gleislage beeinträchtigen würde.

2. Die Schwellen müssen kräftige Abmessungen zeigen, eine genügende Länge und die erforderliche Breite muß vorhanden sein; die Schwellenentfernung soll möglichst kleiner als 80 cm gehalten werden. Die Gestaltung und Anordnung der Schwellen ist von wesentlichem Einflusse auf die Tragfähigkeit und Widerstandsfähigkeit des Gleises.

3. Die Stöße müssen sicher unterstützt und gut ausgebildet werden.

4. Die Verwendung von Unterlagsplatten soll in der Geraden außer unter dem Stoße noch auf einer Mittelschwelle, in scharfen Krümmungen auf allen Schwellen stattfinden.

5. Die Bettungshöhe soll nicht zu gering bemessen werden, der Bettungsstoff soll möglichst gut und eine ausreichende Entwässerung vorhanden sein.

Im einzelnen sei noch folgendes erwähnt:

Als Schwellenstoff wird vorwiegend Kiefern- und Fichtenholz benutzt, Eichenholz seltener, meist nur zu Weichenschwellen. Am häufigsten wird getränktes Kiefernholz verwendet, doch findet auch vielfach eine Verlegung ungetränkter Schwellen statt.

Eiserne Schwellen werden wegen des höheren Anschaffungspreises weniger häufig eingebaut.

Empfehlenswerte Abmessungen der Schwellen sind durchschnittlich folgende:

	Länge	Breite	Höhe
bei 1,00 m Spur	1,70—1,80 m	0,20 m	0,15 m
bei 0,75 m Spur	1,50—1,70 m	0,20 m	0,14 m
bei 0,60 m Spur	1,20—1,35 m	0,20 m	0,13 m

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen erfolgt zurzeit meist durch Nägel, seltener durch Schrauben.

Die Einbringung einer genügenden Zahl Unterlagsplatten außer am Stoße auf einer größeren Anzahl, besser auf allen Mittelschwellen ist besonders in den Bogen bei geringerer Spurweite und lebhafterem Verkehr zur Schonung der Schwellen und sicherer Gleislage zu empfehlen; auch würde ohne die Unterlagsplatte die Verwendung der billigen Kiefernschwellen nicht zweckmäßig sein, da zu große Spurerweiterungen bei regem Betriebe sich ergeben. Durch Anwendung eichener Schwellen könnten diese Nachteile gemindert werden.

Bei eisernen Schwellen sind auch hier die Haarmannschen Hakenplatten zu empfehlen, da sie ein Verfüllen der Schwellen bis Schienenkopfhöhe an der Gleisaußenseite gestatten.

Hinsichtlich der Bettung gilt das Gleiche wie bei den vollspurigen Bahnen. Am besten ist Steinschlagbettung auf einer 15 bis 20 cm starken Packlage. Die Steinschlagstärke über der Packlage beträgt bei den sächsischen Schmalspurbahnen 6,5 cm. Nach den Gz. f. L. § 3 ist als Mindestmaß für die Bettungsstärke unter Schwellenunterkante 10 cm festgesetzt, eine Vergrößerung wird empfohlen. Ausgeführte Maße sind 12 bis 36 cm. Mit der Festlegung der Abmessungen muß man wegen der Kostspieligkeit nicht über das unbedingt notwendige Maß hinausgehen. Auf keinen Fall darf man jedoch die Bettungshöhe so herabmindern, daß die Bettung die ihr zukommende, wichtige Aufgabe nicht mehr erfüllen kann.

Vor Kopf der Schwellen wird zweckmäßig auch Bettungsmasse eingebracht, es genügt in der Geraden hierfür eine schützende Länge von 10 bis 20 cm. Bei einer Spurweite von 60 cm und bei eisernen Querschwellen

vergrößert sich dies Maß auf 20 bis 25 cm; in scharfen Krümmungen ist man in Sachsen an der Gleisaußenseite sogar bis auf 53 cm gegangen. Eine Ersparung an Bettungsmaterial kann dadurch erzielt werden, daß man von einer vollständigen Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den Schwellen absieht, die Erhaltung des Oberbaues wird dadurch nicht verteuert.

Die Stoßanordnung ist nach den gleichen Gesichtspunkten wie bei den Vollspurbahnen auszuführen.

Die Stöße werden als Gleichstoß und schwebend verlegt. Die Stoßdeckung erfolgt durch kräftige Winkellaschen, welche durch 4 Schraubenbolzen befestigt sind.

Zur Verminderung des Wanderns erhalten die Laschen Nutungen, in welche die Befestigungsmittel (Nägel) eingreifen.

Da die Krümmungshalbmesser bei den Schmalspurbahnen sehr gering sind, so werden zur Spurerhaltung, zur besseren Schonung der Schienen und um ein Aufsetzen der Räder der Betriebsmittel zu verhüten, Leit- oder Zwangsschienen angeordnet (s. S. 92).

Die dadurch gebildete, enge Rille hat aber den Nachteil, daß dieselbe bei Schneefällen leicht zueist und an diesen Stellen vielfach Unterhaltungsarbeiten nötig werden. Man verwendet daher Zwangsschienen nur dann, wenn es der Betrieb unbedingt erfordert, sonst wird die Spurweite durch Spurstangen gesichert.

So werden z. B. bei der Nordhausen-Wernigeroder Bahn in allen Krümmungen unter 75 m Zwangsschienen, in solchen von 75 bis 100 m Spurstangen, bei einem Halbmesser über 100 m überhaupt keine Sicherungen angewendet. Zur Herabminderung der Kurvenwiderstände werden die Fahrschienenkanten bei Anordnung von Zwangsschienen täglich geschmiert, am äußeren Strange mit Graphit und Wasser, am innern mit Graphit und Öl.

n. Das Verlegen des Oberbaus.

I. Vorbereitende Arbeiten.

Vor Beginn der Verlegungsarbeiten des Oberbaus muß die Bahnlinie der Lage und Höhe nach nochmals abgedeckt werden, denn bei Herstellung des Unterbaus einer Neubaulinie geht meist die erste Absteckung zum großen Teil verloren.

Die neue Absteckung wird jedoch dadurch erleichtert, daß eine Reihe der ursprünglichen Punkte durch Versicherungspunkte leicht auffindbar oder selbst noch erhalten sind.

Bei Erweiterungs- und Umbauten von Gleisen ist die Richtung und Höhe der neuen Gleise durch die Lage der bestehenden Gleise gegeben, die Absteckung kann daher unter sinngemäßer Benutzung der dadurch gegebenen Anhaltspunkte unter entsprechender Nachprüfung erfolgen. Aber auch hier wird häufig eine neue Aussteckung auf Grund vorhandener Festpunkte stattfinden.

Die Bahnachse wird durch Pfähle festgelegt; gleichzeitig erfolgt die Längeneinteilung (Stationierung) derselben von neuem.

Die Pfähle sind am besten aus Eichenholz, haben einen quadratischen Querschnitt von 8—10 cm Seitenlänge und besitzen eine Länge von 1,0—1,3 m; der Fuß wird zweckmäßig durch ein Erdkreuz gesichert.

Bei zweigleisigen Bahnen werden die Pfähle in die Mittellinie des Planums gesetzt (Stationspfähle), der Kopf darf jedoch nicht höher als 5 cm über Schienenoberkante vorragen. Außerdem wird noch ein ebensolcher Pfahl 2,0 m von der nächsten Gleisachse entfernt und rechtwinkelig zu derselben seitlich in die Erde eingefügt, dessen wagrecht abzuschneidender Kopf ungefähr 20 cm über S. O. hervorragen soll (**Oberbaupfahl** oder **Höhenpfahl**). (Abb. 88.)

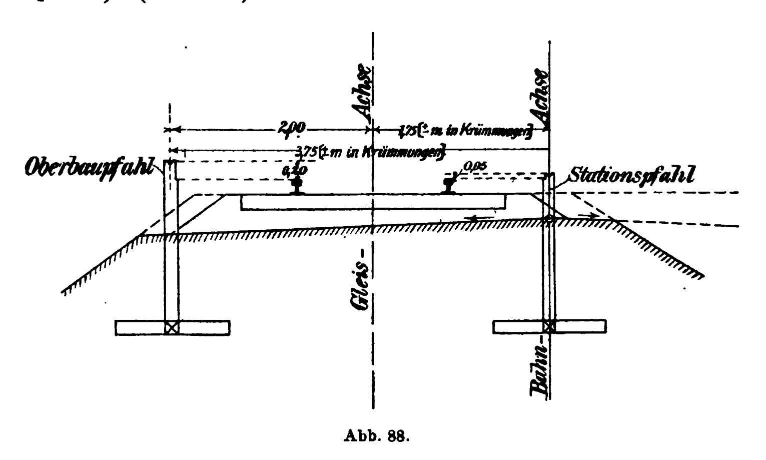


Abb. 88.

Bei eingleisigen Bahnen fallen die Stationspfähle in der Bahnachse fort, und es werden lediglich die seitlichen Pfähle in 2,0 m Entfernung von der Gleisachse in derselben Weise wie bei zweigleisigen Strecken gesetzt. Die auch in diesem Falle zunächst abzusteckende Bahnachse wird nun durch kleine, leicht zu entfernende Pfähle bezeichnet. In Krümmungen werden diese Pfähle bei eingleisigen Bahnen zweckmäßig stets an der innern Seite des Planums angeordnet. Die Verschiebung der Gleisachse gegen die Bahnachse nach innen, d. h. nach dem Mittelpunkte zu, ist zu berücksichtigen: der Pfahl steht 2,0 m von Gleisachse und 2,0 + m (Verschiebung) von Bahnachse (Abb. 89). Die innere Schiene liegt $\frac{s}{2} + e$ von der Gleisachse, die äußere $\frac{s}{2}$ von derselben entfernt (s = Spurweite, e = Spurerweiterung).

In der geraden Strecke werden die Stationspfähle und Oberbaupfähle in Entfernung von 100 m, in Krümmungen bis 600 m Halbmesser in solchen von 50 m und bei starken Krümmungen je nach der Stärke des Krümmungshalbmessers in Abständen von 25 m bis 10 m gesetzt. Ferner sind solche Pfähle noch an den Tangentenpunkten, den Anfangs- und Endpunkten der Übergangsbogen, an jedem rechnungsmäßigen Steigungspunkte, am Anfang und am Ende der Ausrundungsbogen jedes Steigungswechsels, sowie bei langen Bogen in der Bogenmitte anzuordnen. Auf den Köpfen dieser Pfähle

ist die Mittellinie der Bahn bzw. die um 2,0 m gleichlaufend hierzu verschobene Linie durch einen Sägeschnitt, einen Nagelkopf oder ein eingebohrtes Loch, welches jedoch der dadurch hervorgerufenen Fäulnisgefahr wegen später durch einen Holzpfropfen zu schließen ist, zu kennzeichnen, während die Höhe der Schienenoberkante unter Berücksichtigung der Steigungsbrechpunkte durch Anschneiden eines horizontalen Absatzes, ebenfalls rechtwinkelig zur Bahnachse, festzulegen ist. An den Steigungswechselpfählen muß außer der rechnungsmäßigen Höhe, durch welche die beiderseitige

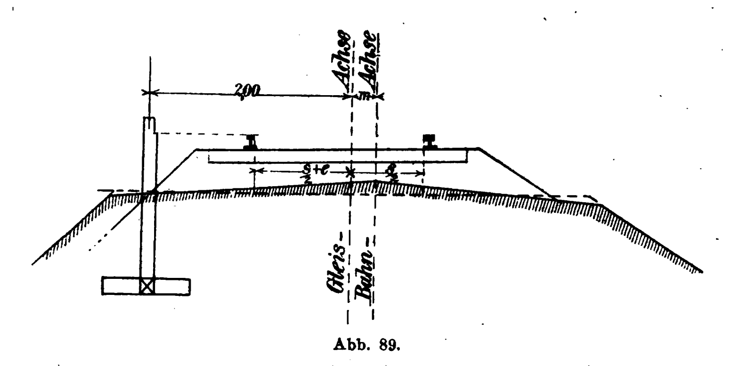


Abb. 89.

Neigungsrichtung festgelegt wird, auch die infolge der Ausrundung erforderliche Hebung oder Senkung der Schienenoberkante verzeichnet werden. Die Köpfe der Oberkante werden genau einnivelliert, worauf das richtige Anschneiden der erwähnten Backe erfolgt.

Bei Herstellung des genauen Nivellements sind auch alle die Punkte der Höhe nach festzulegen, welche durch ihre feste und unverrückbare Lage als Festpunkte angesehen werden können, und von denen aus später die richtige Gleislage geprüft und berichtigt werden kann, z. B. Abdeckplatten von Brücken, Durchlässen, Stützmauern, Gebäudesockel. Die Festpunkte werden in ein Festpunktverzeichnis mit genauer Beschreibung und Höhenangabe eingetragen.

Auf die dauernde, gute Unterhaltung der Höhenpfähle, zeitweise Prüfung der Richtung und Höhenlage derselben, die besonders auf hohen Dämmen infolge des länger dauernden Setzens veränderlich ist und Verschiebungen der Pfähle hervorruft, sowie Ersetzung der etwa abhängig gewordenen Pfähle durch neue ist besonderer Wert zu legen, damit sie bei der Bahnunterhaltung stets zur Prüfung der Gleislage benutzt werden können. Die Überhöhung des äußern Schienenstranges in den Krümmungen wird durch einen starken Nagel, welcher in die Backe des Oberbaupfahles in der entsprechenden Höhenlage einzuschlagen ist (Abb. 90), oder durch einen zweiten in richtiger Höhe geführten Sägeschnitt angegeben. Die Anordnung von Nägeln empfiehlt sich besonders auf Dämmen wegen des dadurch möglichen, leichten Verbesserns der Höhenlage.

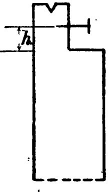


Abb. 90.

Nach diesen Pfählen wird nunmehr das Planum, wo nötig, berichtigt und mit dem vorgeschriebenen Seitengefälle versehen.

Die für die Verlegung des Oberbaus nötigen Höhenzwischenpunkte werden unter Benutzung der Höhenpfähle durch Abstecken bestimmt. Für die Absteckung der Böschungen werden auf der Böschungskante in Abständen von 5 m Pfähle in Höhe der Schwellenunterkante eingewogen.

Bevor mit dem Verlegen des Oberbaus begonnen werden kann, ist zunächst eine Bettungsschicht, ungefähr bis zur Schwellenunterkante reichend und nahezu in der vorgeschriebenen Breite, einzubringen und einzuebnen. Die Herbeischaffung der Bettung geschieht vielfach mittels Hand- und Pferdekippkarren oder Lokomotivbetrieb auf besonderer Arbeitsbahn mit kleiner Spur oder durch die Bahnwagen beim Gleisvorstrecken.

Der Bau neuer Bahnlinien beginnt meist von einem Anschlußbahnhofe aus. Hier werden die sämtlichen notwendigen Oberbauteile angeliefert und gelagert. Bei langen Strecken werden noch besondere Lagerplätze an günstig gelegenen Zwischenpunkten angeordnet. Die Schienen und Schwellen werden im Freien möglichst nahe der Aufladestellen luftig aufgestapelt. Die Schienen liegen dabei gleichlaufend zu dem Aufladegleise, auf quergelegten Schwellen oder Schienen, dicht nebeneinander mit den Köpfen nach oben, die Walzzeichen seitlich nach der gleichen Seite gerichtet, wobei gleichzeitig eine Trennung nach Länge und Gattung in einzelnen Stößen erfolgt. Die einzelnen Stöße erhalten Merktafeln, auf welchen Zahl und Gattung der Schienen bezeichnet ist. Die Schwellen werden ebenso, jedoch in Stößen mit kreuzweisen Lagen zu je 100 Stück aufgebaut; die oberste Lage ist pultartig gelegt, damit das Regenwasser abfließen kann.

Das Abladen der Schienen und eisernen Schwellen muß ohne Werfen geschehen. Holzschwellen sind zu Vermeidungen von Absplitterungen ebenfalls sorgfältig zu behandeln.

Das Kleineisenzeug wird in Körbe, Kisten oder Fässer verpackt angefahren, auch können z. B. die Klemmplatten auf Draht gereiht zu je 100 Stück zur Ablieferung gelangen. Die Behältnisse bzw. Drähte müssen mit Bleisiegel, auf welchen der Abnahmestempel sich befindet, versehen sein.

Die Aufbewahrung hat in verschlossenen, trockenen Räumen zu geschehen. Die Anforderung der Oberbauteile hat auf Grund einer eingehenden Prüfung der Strecke zu erfolgen, wobei besonders festzustellen ist, in welcher Art der Oberbauausbildung an Wegübergängen und bei kleineren und größeren Brücken, sowie mit Rücksicht auf Untergrund und Bettungsstoffe Rechnung zu tragen ist; das Material muß daher angefordert werden:

a. für das freie Gleis,
b. für Wegübergänge und kleinere Brücken,
c. für größere Brücken,
d. gegebenenfalls für den Übergang zu andern Oberbauanordnungen.

II. Das Vorstrecken des Gleises.

Die Herbeischaffung des Oberbaumaterials erfolgt bei Neubaustrecken zweckmäßig mittels eines Arbeitszuges; es wird hierzu das fertige Gleis bis zum Ende der bereits vorläufig unterstopften Strecke benutzt.

Die mit Schienen beladenen Wagen bilden die Spitze des Arbeitszuges, damit die schweren Schienen am wenigsten weit zu tragen sind, dann folgen die mit Schwellen beladenen Wagen, welche so viel Schwellen zu führen haben, wie zur Unterstützung der mitgeführten Schienen nötig sind; darauf kommt der Wagen mit Kleineisenzeug, sofern dasselbe nicht auf den Schienenwagen mit zur Verladung gelangt; hierauf folgen die Wagen mit Bettungsmaterial, der Mannschafts-, der Packwagen und am Schluß die Lokomotive; bei dieser Anordnung können die andern Wagen möglichst nahe an die Arbeitsstelle herangefahren werden, und die Lokomotive behält freie Bewegbarkeit.

Die angegebene Art des Gleisbaues bezeichnet man als solche „vor Kopf"; sie kommt bei Neubauten meist zur Anwendung. Geschieht eine Verteilung der Oberbauteile vor Beginn des Baues an dem herzustellenden Gleise entlang, wie z. B. bei der Anlage eines zweiten Gleises, so bezeichnet man diese Bauart als solche „von der Seite aus".

Der weitere Gang der Oberbauarbeiten ist nun unter Benutzung der Festsetzung der preußischen Anweisung zum Vorlegen des Oberbaus folgender:

1. Einbau der Bettung.

Die Wagen mit Bettungsstoff werden zunächst abgeladen und dieser verkarrt, während die Lokomotive meist zur neuen Beladung der leeren Wagen mit letzteren zurückfährt.

Zum Einbau wird zweckmäßig ein etwa 4 m langes Richtscheit benutzt, auf welchem eine mit Sägeschnitt angegebene Marke (A) entsprechend der

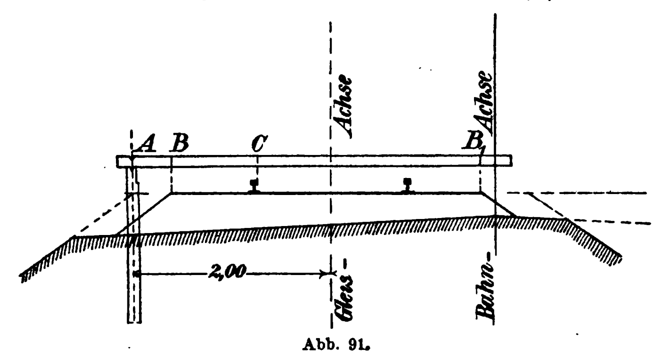


Abb. 91.

Einkerbung des seitlichen Oberbaupfahls, sowie die beiden Böschungskanten (B und B_1) und die innere Fahrkante (C) der dem Pfahl zunächstliegenden Schiene mit schwarzer Ölfarbe bezeichnet sind (Abb. 91). In Krümmungen ist zur Bestimmung der innern Fahrkante von der letztgenannten Fahrkantenmarke aus noch das Maß der durch die Einlegung des Übergangsbogens bedingten Verschiebung m unter Hinzufügung der Spurerweiterung abzusetzen. Mittels dieses Richtscheites werden gleichlaufend zur Gleisachse in Abständen von 5,0 m Bettungspfähle in Höhe von Schwellenunterkante eingewogen.

2. Verlegen der Schwellen.

Auf die eingebaute Bettung werden die Querschwellen vorerst in Abständen, welche annähernd der Schwellenteilung entsprechen, auf die Bettung niedergelegt. Sind die für eine Schienenlänge nötigen Schwellen verteilt, so erfolgt das genaue Ausrichten der Schwellen in bezug auf Gleismitte und Schwellenteilung. Hierzu werden eiserne Bandmaße von Schienenlänge benutzt, in welchen die vorgeschriebene Schwellenteilung durch Löcher von 10 mm Durchmesser angegeben ist; zu beachten ist dabei, ob das Gleis in der Geraden oder in der Krümmung liegt. Auch eingeteilte Meßlatten werden statt des Bandmaßes benutzt. Da die Schwellen nicht von genau gleicher Länge sind, so werden sie an einer Seite und zwar an der Außenseite des Stranges mit dem Kopfe bündig gelegt.

Bei eisernen Schwellen ist zu beachten, daß zum Verschieben derselben kein Hammer oder sonstiges Gerät benutzt werden darf, sondern die Schwelle soll mit der Hand etwas gehoben und genau an die durch das Bandmaß gegebene Stelle niedergelassen werden. Eiserne Schwellen dürfen weder geworfen noch fallen gelassen werden, da dieselben sehr dem Verbiegen ausgesetzt sind. Zum Tragen der Schwellen sind 2 Mann nötig.

3. Das Auslegen der Unterlagsplatten.

Nachdem die Schwellen ihre berichtigte Lage erhalten haben, werden die Unterlagsplatten sowie das übrige Kleineisenzeug in Körben von den Wagen aus herangebracht und verlegt, wobei sie sorgfältig von Schmutz und Sand zu reinigen sind. Bei eisernem Oberbau werden auf die vorläufig ausgerichteten, eisernen Querschwellen die Hakenplatten derart niedergelegt, daß der untere Haken in die Schwellenlochung eingreift. Bei hölzernen Querschwellen können die Unterlagsplatten mit Haken schon vor dem Verteilen der Schwellen, am besten nur für einen Strang, durch die äußere, den Schienenfuß nicht fassende Schwellenschraube auf den Holzschwellen festgeschraubt werden.

4. Das Auflegen der Schiene.

Während der vorher beschriebenen Arbeiten sind die Schienen vor Kopf herausgezogen oder seitlich abgeladen worden. Letzteres geschieht derart, daß 2 Schienen schräg an den Wagen gestellt und auf der so hergestellten schiefen Ebene die Schienen einzeln und vorsichtig herabgelassen werden. Jedes Abwerfen und Fallenlassen der Schienen ist untersagt. Sind Schienen durch Arbeiter auf kleine Entfernungen zu fördern, so sind hierzu Schienentragzangen (s. S. 118, Abb. 92) zu verwenden, welche nur ein geringes Anheben vom Erdboden erfordern. Zur Fortbewegung einer Schiene sind 6—8 Mann erforderlich.

Das Verlegen der Schienen erfolgt nach dem Ausrichten der Schwellen auf besonderen, zwischen die Querschwellen gelegten Holzklötzen und nicht unmittelbar auf die Unterlagsplatten oder die Querschwellen, da die Längs-

verschiebung der Schiene und besonders auch das Verschieben der Schwellen bei Befestigung der letzteren erschwert würde.

Diese Holzklötze, welche 30 cm lang, 26 cm breit und bei Oberbau mit eisernen Querschwellen 15 cm, bei Holzschwellen 25 cm stark sind, werden gleichmäßig unter die Schienen verteilt, indem für jede Schiene im allgemeinen 3 Stück genügen. Sie müssen derart eingebaut werden, daß nach dem Auflegen der Schiene der Schienenfuß mindestens 70 mm über der Schwellenoberkante liegt, und die Schwellen ohne Klemmen an der Schiene nach allen Richtungen leicht bewegt werden können. Sie bleiben so lange unter der Schiene liegen, bis das Richten und Stopfen des fertigen Gleises beginnt; für eine Arbeitsstelle sind daher ungefähr 40 Holzklötze nötig.

Die Schienen sind so zu verlegen wie sie ankommen, auf das Walzzeichen ist keine Rücksicht zu nehmen (V. f. O. 1909). Es wird hierdurch der große Vorteil erreicht, daß ein Drehen der Hälfte der Zahl der langen Schienen auf der Strecke vermieden und dadurch die Unfallsgefahr vermindert wird. Das durch diese Lage bei verfüllten Gleisen bedingte schwierige Aufsuchen des Walzzeichens für die Ermittelung der Haftverbindlichkeit bei Schienenbrüchen kommt wegen des seltenen Vorkommens dieser Schäden nicht gewichtig in Frage.

Vor dem Auflegen der Schienen empfiehlt es sich, genaue Schwellenteilung für die endgültige Befestigung der Schienen auf der Schienenfahrfläche unter Zuhilfenahme des Bandmaßes mit Kreidestrichen zu bezeichnen. Bei Regenwetter ist der Kreidestrich am Steg nach der Gleismitte anzubringen.

5. Herstellung der endgültigen Schienenanlage.

Es erfolgt nun das Verschieben der Schiene nach der Längsrichtung in ihre endgültige Lage. Sie wird hierzu an die ihr voraufgehende, schon festliegende so weit herangerückt, daß am Stoß die vorschriftsmäßige Stoßlücke bleibt. Diese wird durch ein eingelegtes Temperaturblech oder Stoßlückeneisen festgelegt. Die herangeschobene Schiene wird in ihrem Höhenunterschiede und auch in der seitlichen Lage mit der festliegenden, vorhergehenden nicht genau übereinstimmen.

Die Holzklötze müssen daher von vornherein so weit vom Schienenende entfernt gelegt werden, daß das Ende der noch losen Schiene leicht nach allen Richtungen gedrückt werden kann.

Das Einfügen der Laschen am Stoße kann dann ohne Zwängen und in richtiger Lage zur Schienenbohrung geschehen. Ein Arbeiter hat dabei die beiden Schienenenden zusammenzuhalten, ein zweiter das Stoßlückeneisen und die Außenlasche und ein dritter die Innenlasche einzusetzen. Die Laschen werden zunächst nur mit den zwei äußeren Schraubenbolzen verbunden, deren Muttern lose anzuziehen sind, damit Berichtigungen in der Gleislage leicht ausführbar sind. Die Laschen und die Anschlußflächen der Schienen sind vor dem Anbringen der Laschen sorgfältig von Sand und Schmutz zu reinigen. Alles Hämmern und Schlagen ist beim Einlegen der Laschen und dem Einziehen der Schrauben zu unterlassen.

6. Befestigung der Schwellen.

Sobald die auf den Holzklötzen liegende Schiene in der Längsrichtung ihre endgültige Lage erhalten hat, findet ein nochmaliges Prüfen und Berichtigen der Lage der beiden Schienenstränge statt, und dann wird mit der Befestigung der Schwellen begonnen. Die eisernen Schwellen mit ihren eingehakten Unterlagsplatten bzw. die Holzschwellen mit ihren aufgeschraubten Hakenplatten werden mit der Hand so weit gehoben, daß die Haken über den Schienenfuß gehoben werden können. Alsdann sind die Schwellen genau an den mit Kreide bezeichneten oder durch die Stemmlaschen bestimmten Stellen zu befestigen. Es werden zunächst die Stoßschwellen, dann die Mittelschwellen des einen Stranges festgelegt, worauf erst das Befestigen beim zweiten Strang unter Beachtung der vorliegenden Spurweite und Benutzung eines, am besten verstrebten, doppelten Spurmaßes erfolgt. Die eisernen Schwellen müssen dabei mit ihrem Lochrand gegen die Haken der Hakenplatten und letztere mit ihren oberen Haken fest gegen den äußern Schienenfuß gedrückt werden, damit die Befestigungsteile am innern Schienenfuß (Klemmplatten und Hakenschrauben) leicht eingesetzt werden können. Es kann zu diesem Zwecke ein Richteisen durch das innere Schwellenloch gesteckt, gegen die Schiene gestemmt und dadurch die Schwelle nach innen gezogen oder die Schiene nach außen gerückt werden.

Wo offene Unterlagsplatten zur Anwendung gelangen, muß die Holzschwelle so lange gehoben werden, bis die äußere Schwellenschraube nahezu vollständig eingeschraubt ist.

Nachdem nunmehr die Schiene des einen Stranges auf den Querschwellen vollständig befestigt ist, wird beim Aufbringen der gegenüber, ebenfalls auf Holzklötzen liegenden Schiene des andern Strangs in gleicher Weise verfahren.

Liegt die Schiene in ihrer Längsrichtung fest, so werden die Schwellen, und zwar die mit Hakenplatten, unbedingt der Reihe nach angehoben und an der Schiene befestigt.

Zum sichern und leichten Einhängen der Hakenplatten werden 1,54 m lange, 10 cm starke Holzknüppel benutzt. Es werden innen mehrere Schwellen mit Hakenplatten gleichzeitig so weit angehoben, daß infolge leichten Antreibens der zwischen den beiden Schienen befindlichen Holzknüppel ein Spreizen der nicht befestigten Schiene eintritt und dadurch die Haken den Schienenfuß fassen. Sobald fortschreitend durch die nächste Spreize mehrere weitere Schwellen am Schienenfuß vorläufig festgehalten werden, oder, wenn bei offenen Unterlagsplatten die äußeren Schwellenschrauben nahezu auf dem Schienenfuß aufliegen, darf die vorhergehende Spreize so weit angetrieben werden, daß der äußere Schienenfuß im Hakenhohlraum und die Hakenplatte an der Schwellenschraube gut anliegt.

Die Holzspreizen dienen auch zur Beseitigung etwaiger Spielräume, welche die Spurweite schädlich beeinflussen können.

Um bei hölzernem Querschwellenoberbau eine richtige Spurweite zu erzielen, müssen bei Vorbohren der Schwellen die beim Walzen der Schienen und bei Herstellung der Unterlagsplatten und Schwellenschrauben vorkom-

menden Ungenauigkeiten berichtigt werden. Zu diesem Zwecke werden vor Beginn des Gleisbaus zwei Schienen auf einigen Schwellen, bei welchen die Löcher des einen Stranges vorgebohrt sein können, aufgelegt. Die eine Schiene wird fest verschraubt, dann die andere Schiene nach Spurmaß so angelegt, daß an beiden Schienen der äußere Schienenfuß fest gegen die Unterlagsplatte und letztere an der verschraubten Seite in der Lochung gegen den Schaft der Schwellenschraube drückt. Die Löcher der noch nicht verschraubten Unterlagsplatte werden nun auf die Schwelle entsprechend übertragen und vorgerissen. Nach Beseitigung der Schienen und Befestigungsteile wird die Lehre für das Bohren der Schwellen an Hand dieser Probe eingestellt. Diese Lehre benutzt man zum Verkörnen der Lochmitten. Die Änderung der Spurweite in Krümmungen und dgl. muß durch Verstellung der Lehre berücksichtigt werden. Das nun folgende Vorbohren der Schwellen muß derart geschehen, daß die Schwellen mit dem Wuchtebaum angehoben und die Löcher durch die Schwellen durchgebohrt werden.

Die Löcher für Eichen- und Buchenschwellen müssen um 1 mm größer, für Kiefernschwellen um 1 mm kleiner als der Kerndurchmesser der Schwellenschraube gebohrt werden. Die Schwellenschrauben werden in Teer getaucht und dann mit dem vorschriftsmäßigen Schlüssel leicht eingedreht und angezogen; jedes Einschlagen der Schrauben mit dem Hammer muß strengstens untersagt werden. Ein Ausgießen der Löcher mit Teer kann ebenfalls empfohlen werden. Es genügt, immer nur etwa 100 Schwellen vor dem jeweiligen Einlegen fertig zu bohren, da bei Anwendung von Schnellbohrmaschinen das Bohren dem Verlegen stets so weit vorauseilt, daß die Bohrlehre genügend oft nach den Abweichungen des Schienenfußes und den Spurerweiterungen eingestellt werden kann.

Bei Verwendung von Schienennägeln ist zu beachten, daß

a. die Schwelle an jeder Nagelstelle mit zwei Wuchtebäumen während der ganzen Dauer des Nagelns dicht an die Schiene angepreßt wird,

b. die Schienennägel vollständig lotrecht und mit Wechselschlägen eingetrieben werden,

c. die Schläge nur gerade und sicher geführt, die Schiene weder beschädigt, noch die Nagelköpfe abgeschlagen werden; deshalb sind die Schläge am Ende des Vorgangs zu mäßigen, beim Eintreiben des letzten Stückes ist ein Aufsetzhammer zu verwenden,

d. beim Nageln der zweiten Schienenreihe ein unnachgiebiges Spurmaß nicht nur an der Befestigungsstelle, sondern auch an den benachbarten Stößen aufliegt.

Falsch eingetriebene oder beschädigte Nägel und Schwellenschrauben sind unbedingt zu entfernen.

Um jederzeit später das Liegealter der verlegten Schwellen feststellen zu können, werden mehrere Schwellenbezeichnungsnägel in jede Schwelle eingetrieben (2 bis 3), welche die Jahreszahl des Verlegungszeitpunktes tragen. (Jahresnägel).

7. Vorläufiges Unterstopfen des Gleises.

Nachdem die Befestigung ordnungsgemäß angebracht ist, erfolgt ein nochmaliges Ausrichten, wobei gleichzeitig sämtliche Schrauben und Platten auf guten Schluß und richtige Lage zu prüfen sind; alsdann werden die Holzklötze entfernt und mit dem vorläufigen Unterstopfen zunächst der Stoß- dann der Mittelschwelle unter Anwuchten derselben auf die richtige Höhenlage begonnen.

Das Gleis wird zunächst neben den Oberbaupfählen der Höhe nach genau festgelegt, daselbst werden Absehtafeln aufgestellt, ein weiteres Absehkreuz wird abwechselnd am Schienenstoß oder in Schienenmitte aufgelegt und hiernach das Gleis in seine planmäßige Lage gebracht.

Das Unterstopfen der Schwellen mittels Stopfhacke bezweckt, durch Zusammenpressung des Bettungsstoffes ein gleichmäßig festes Auflager für die Schwellen zu schaffen. Eine gute, richtig durchgeführte Unterstopfung ist daher von hoher Bedeutung für die dauernd gute Gleislage. Zum Unterstopfen einer Schwelle werden in der Regel 4 Arbeiter derart angestellt, daß je zwei derselben sich an den gegenüberliegenden Langseiten entgegenarbeiten, um so ein Ausweichen des Bettungsstoffes zu verhindern.

Ferner ist zu beachten:

1. daß das Stopfen zunächst unter den Schienen beginnt, bis zu den Enden und der Mitte fortschreitet und dann zur Schiene zurückkehrt,

2. daß nicht zu hoch und wirklich unter und nicht gegen die Schwelle gestopft wird,

3. daß eiserne Schwellen anfänglich unter den Schienenauflagern fester gestopft werden als in der Mitte und den Köpfen und dann erst alle Hohlräume gleichmäßig mit festgestopfter Bettung ausgefüllt werden, wenn die Bettung unter den Schienen festgefahren ist.

Die langen Schwellen von 2,7 m sind auf ihrer ganzen Länge durchaus gleichmäßig, die von 2,5 m Länge sind besonders an den Schwellenköpfen zu stopfen, während für die Mitte dies weniger fest zu erfolgen hat.

Die einmalige Hubhöhe, welche bei einer guten Unterstopfung zu erzielen ist, beträgt 10—15 cm.

Ist das Gleis zu hoch gehoben, so hat die Senkung durch Entfernung von Bettungsstoff zu geschehen; auch kann durch Schläge mit hölzernen Handrammen auf die Schienenköpfe, welche jedoch lediglich nur über den betreffenden Schwellen stattfinden dürfen, nachgeholfen werden.

Das Richten des Gleises muß während des Stopfens mehrfach wiederholt werden. Das seitliche Verrücken des Gleises hat stets so zu erfolgen, daß zunächst der Bettungsstoff vor dem Schienenkopf entfernt wird und dann mittels Hebebäumen, die an den Schwellen, jedoch nicht an die Schienen anzusetzen sind, das Verschieben vor sich geht. Schläge gegen die Schwellen oder Schienen dürfen nicht ausgeübt werden. Nach jedem Richten müssen die locker gewordenen Schwellen neu unterstopft, sowie die Schienenbefestigung nachgesehen werden.

8. Vervollständigung der Schienenlaschung.

Nachdem nun das Gleis in der planmäßigen Höhe und Richtung durch Unterstopfen der Schwellen befestigt ist, werden die Stoßlückeneisen entfernt, die noch fehlenden Laschenbolzen eingesetzt und die Muttern aller Bolzen fest angezogen. Zum Schluß erfolgt noch ein Nachstopfen des ganzen Gleises.

Nachdem nun eine Strecke von 6—8 Schienenlängen fertiggestellt ist, wird der Arbeitszug um die verlegte Länge vorgeschoben, wobei jedoch gegebenenfalls durch Einfügen leerer Wagen vermieden werden muß, daß die Lokomotive das neue Gleis befährt. Bei dieser ersten Belastung stellen sich erhebliche Sackungen ein, welche erst nach Zurückfahren des Zuges während einer Arbeitspause durch eine Stopfkolonne auszubessern sind.

Erst dann kann beim weiteren Vorstrecken des Gleises die Lokomotive die verlegte Strecke befahren, denn nunmehr sind schädliche Verbiegungen der Schienen nicht mehr zu befürchten. Nach Beendigung des Stopfens wird das Gleis bis zur halben Schwellenhöhe verfüllt. Für Ausbessern des neuen Gleises muß jedoch während des Baues durch fliegende Stopfkolonnen gesorgt werden. Nachdem das neue Gleis einige Zeit durch die Arbeitszüge befahren ist, wird ein endgültiges Nachstopfen vorgenommen. Zur leichteren Unterhaltung und bequemen Beobachtung wird das Gleis erst endgültig verfüllt, wenn weitere Nachstopfarbeiten, welche die Beseitigung des Füllmaterials erforderlich machen würden, nicht in Aussicht stehen; dies wird ungefähr nach 3 Monaten möglich sein.

Für die Verlegung des eisernen Oberbaus, welche sich von der für Holzquerschwellen wesentlich nicht unterscheidet, erübrigt sich infolge der feststehenden Schienenlochung die Benutzung eines Spurmaßes. Nach Beendigung der Unterstopfung ist das Gleis sofort bis zur Schwellenoberkante zu verfüllen, damit eine sichere Lage erzielt wird.

Hinsichtlich der Herstellung des Oberbaus in Krümmungen ist noch zu bemerken, daß ein vorheriges Biegen der Schienen nach dem erforderlichen Krümmungshalbmesser, wie dies früher geschah, bei der jetzigen großen Länge der Schienen und der ausgezeichneten Elastizität des Schienenstoffes nicht nötig ist, sie werden vielmehr durch das Nageln oder Verschrauben auf den Schwellen vollständig in die richtige Krümmung gebracht. Durch Messung des mittleren Biegungspfeiles mittels Setzlatten, in deren Mitte sich ein verschiebbarer Stahlstift befindet, prüft man die Richtigkeit der Krümmung.

Nur für Krümmungen mit einem kleineren Halbmesser als 300 m wird ein Vorbiegen im Walzwerk mittelst der Walzbiegemaschine oder auf der Strecke durch einen Schienenkrümmer nötig.

Das Biegen der Schienen durch Werfen oder Treten ist streng untersagt.

Bei der Gleiserneuerung im Betriebe befindlicher Strecken muß nach Beendigung der Umbauarbeiten das neue Gleis an das alte wieder angeschlossen werden. Hierzu werden Paßstücke zwischen den alten und neuen Oberbau eingelegt. Diese werden aus dem alten Oberbau hergestellt und müssen mit Hilfe von Kreissägen abgeschnitten werden. Das Ablängen der Paßstücke unter bloßem Einkerben mit dem Meißel ist nicht statthaft.

o. Die Oberbaugeräte.

Das Verlegen des Oberbaus sowie die Ausbesserungs- und Unterhaltungsarbeiten desselben sind hauptsächlich Handarbeit. Diese kann wesentlich verbilligt und zuverlässig gestaltet werden durch geeignete, zweckmäßig und dauerhaft hergestellte, gut unterhaltene Geräte und Werkzeuge.

Man unterscheidet Arbeits- und Meßgeräte, von denen die folgenden am meisten zur Anwendung gelangen.

I. Arbeitsgeräte.

1. Geräte und Werkzeuge für den Transport, das Anarbeiten und Zurichten der Oberbauteile.

a. Die Schienentragzange (Abb. 92). Dieselbe wird zum Tragen einzelner Schienen benutzt und schützt die Arbeiten gut gegen Beschädigungen; außerdem kommen noch Schienenheber (Abb. 93 a/b) und Schienentraggabel vor (94a/b).

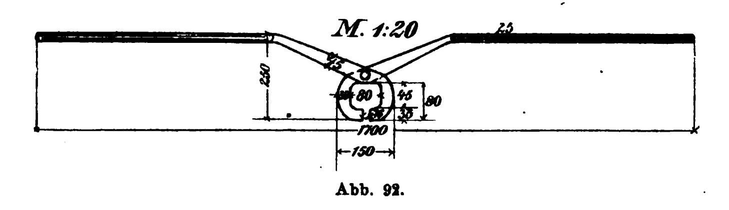


Abb. 92.

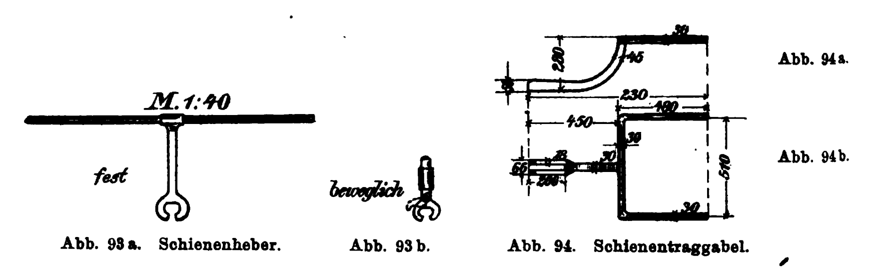


Abb. 93 a. Schienenheber. Abb. 93 b. Abb. 94. Schienentraggabel.

b. Der Bahnmeisterwagen oder Gleiskarren. Dieser dient zur Beförderung von Schienen, Schwellen und Kleineisenzeug. Er ist ein Wagen mit viereckiger Plattform, mit Bremsvorrichtung für starke Gefälle versehen.

c. Der Schwellenbohrer wird zum Vorbohren der Holzschwellen für die Schwellenschrauben und Nägel gebraucht. Werden verschiedene Bohrstärken nötig, so wird die Schwellenbohrmaschine mit Einsetzbohrern (Irwinbohrer, jedoch nur mit einfacher Schneide) angewandt (Abb. 95 und 96 S. 119).

d. Die Schwellenlehre, nebst Körner zum Vorzeichnen der Bohrlöcher, ist zur genauen Angabe der Bohrlöcher notwendig. Dieselbe muß verstellbar sein und erhält verschiedene Anordnungen je nach dem Oberbau und dem Schwellenmaterial.

e. Die Bohrknarre oder Bohrrätsche dient zum Bohren neuer Laschenschraubenlöcher, besonders bei gekürzten Schienen und bei Anbringung von Stemmlaschen (Abb. 97a—f).

f. Schienenschneidemaschine oder Schienensäge mit Hand- oder Maschinenbetrieb, welche zum Kürzen der Schienen Verwendung finden an Stelle der früher hierzu üblichen Geräte: Meißel, Feile und Hammer.

g. Schienenbiegemaschinen zum Krümmen der Schienen. Zu nennen sind die Dreiwalzenbiegemaschine,

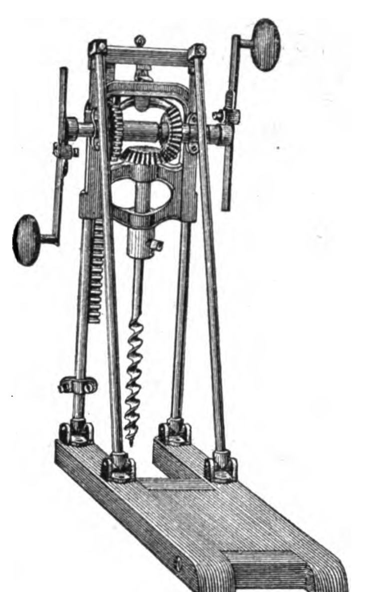


Abb. 95. Schwellenbohrmaschine.

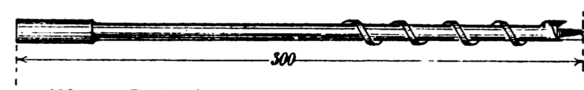


Abb. 96. Irwinbohrer. 1/4 nat. Größe (mit einer Schneide).

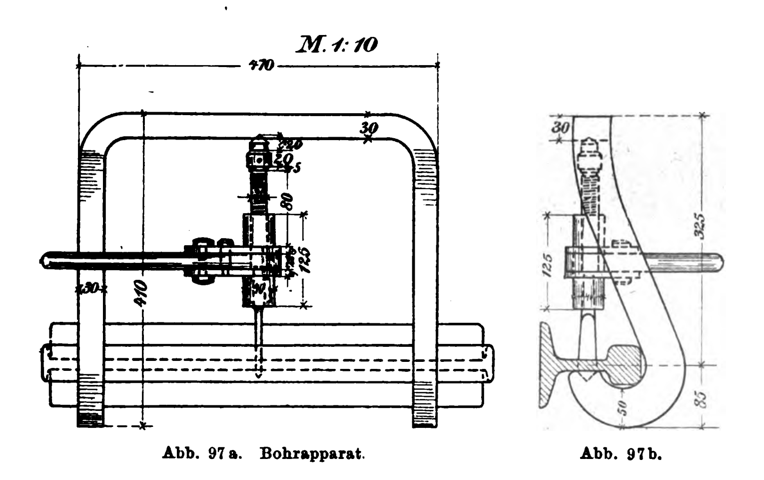
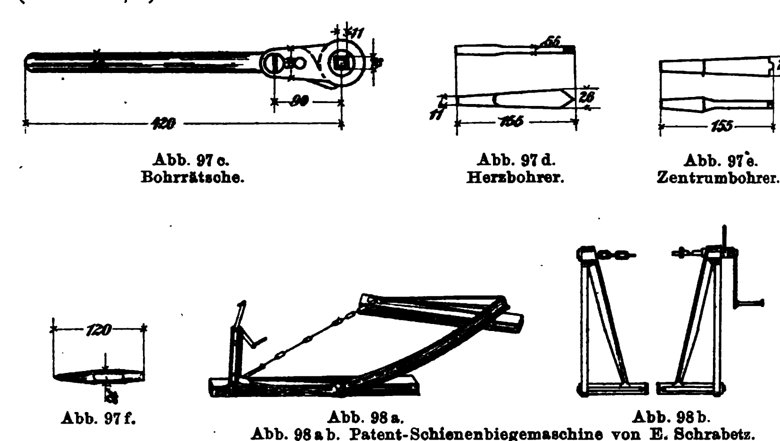


Abb. 97 a. Bohrapparat.

Abb. 97 b.

welche wegen ihres großen Eigengewichts nur in Walzwerken und für große Schienenniederlagen benutzt werden, und der handliche

Schrabetzsche Schienenkrümmer, der auf der Strecke benutzt wird (Abb. 98a/b).


Abb. 97 c. Bohrrätsche.
Abb. 97 d. Herzbohrer.
Abb. 97 e. Zentrumbohrer.
Abb. 97 f.
Abb. 98 a. Abb. 98 b.
Abb. 98 a b. Patent-Schienenbiegemaschine von E. Schrabetz.

2. Werkzeuge und Geräte zur Herstellung und Unterhaltung des Oberbaues.

Es werden angewendet:

a. Steinhämmer und Schotterschlägel zur Herstellung von Steinschlag und zur Zerkleinerung großer Steine.

b. Wurfgitter zum Durchsieben und zur Reinigung des Bettungsstoffes.

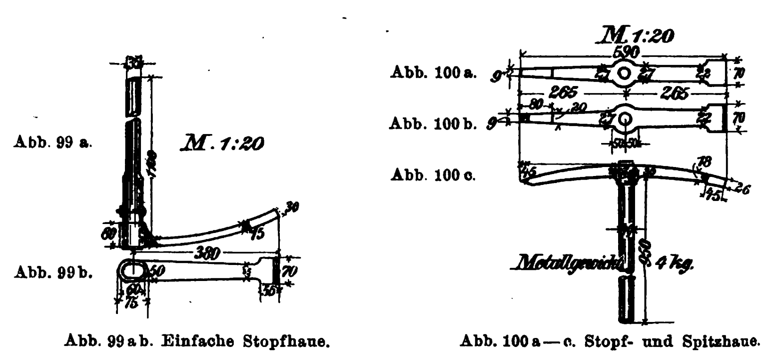


Abb. 99 a. Abb. 99 b.
Abb. 99 a b. Einfache Stopfhaue.
Abb. 100 a. Abb. 100 b. Abb. 100 c.
Abb. 100 a—c. Stopf- und Spitzhaue.

c. Stich- und Faßschaufeln für das Einbringen der Bettung.

d. Die Stopfhaue oder Stopfhacke, welche meist aus Eisen ist. Man unterscheidet die einfache Stopfhaue, welche den Vorteil tiefer Schwerpunktslage und leichten Gewichts hat (Abb. 99), und die Stopf- und Spitzhacke, bei welcher zwei Werkzeuge an einem Stiel vereinigt sind; diese ist schwer und wird besonders bei eisernen Schwellen verwendet (Abb. 100a—c). Beide dienen zum Unterstopfen

der Schwellen und müssen gut verstählte Schlagflächen haben; für Sandbettung und feinen Kies nimmt man auch hölzerne Stopfhacken.

e. Die **Kreuzhacke** für Erdarbeiten und zum Aufhauen sehr fester Bettung, sowie zum Auflockern und Verkeilen (Abb. 101 a/b).

f. Der **Wuchte- oder Hebebaum** zum Anheben der Schwellen beim Stopfen und Nageln (Abb. 102 a/b).

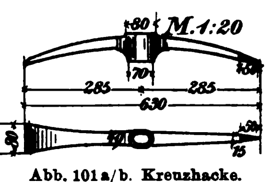


Abb. 101 a/b. Kreuzhacke.

g. **Schlägel von Holz und Eisen, Handrammen und Richteisen** zum Richten des Gleises nach Höhe und Lage.

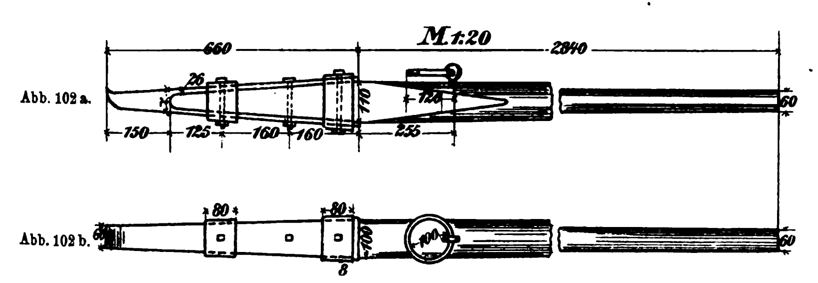


Abb. 102 a/b. Wuchte- oder Hebebaum.

h. **Hämmer** verschiedener Art mit einem Gewicht von 2 bis 12 kg und zwar:
Schlaghämmer zum Einschlagen der Nägel,
Aufsatzhämmer zum Vorhalten beim Eintreiben der letzten Nagelstücke (Abb. 103 a/b),

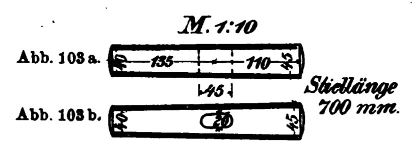


Abb. 103 a/b. Aufsatzhämmer.

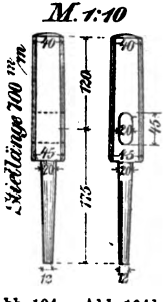


Abb. 104 a. Abb. 104 b.
Durchschlaghämmer.

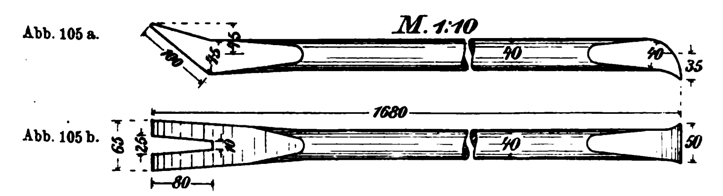


Abb. 105 a/b. Geißfuß.

Durchschlagshämmer zum Durchschlagen der abgebrochenen Nagelstücke (Abb. 104 a/b).

i. Der Geißfuß oder die Nagelklaue zum Ausziehen der Schienennägel (Abb. 105a/b); da durch dieses Werkzeug die Nägel leicht beschädigt werden, verwendet man besser die Nagelzange (Abb. 106a/b).

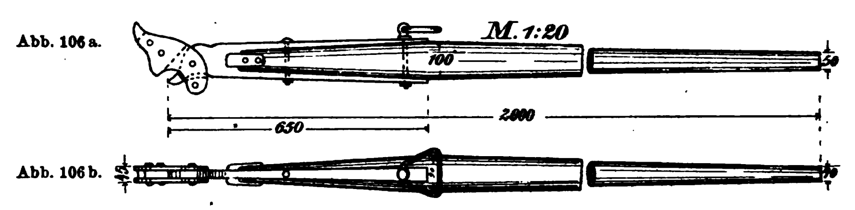


Abb. 106 a/b. Patent-Nagelzange (Vogel-Nort).

k. Schraubenschlüssel verschiedener Längen und Maulweiten. Die Maulweiten der Schlüssel für die preußischen Oberbauarten sind 34 und 40 mm. Für Laschen und Hakenschrauben hat man je einen

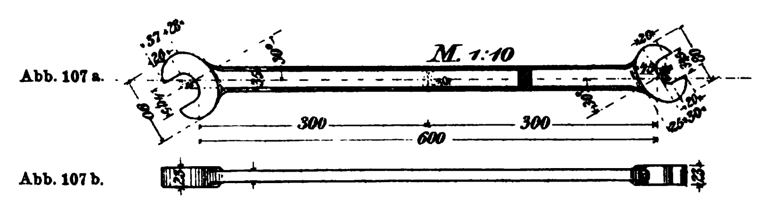


Abb. 107 a/b. Laschen-Schraubenschlüssel.

einfachen 300 mm langen für jede Maulweite, ferner einen 500 mm langen Doppelschlüssel mit beiden Maulweiten (Abb. 107 a/b), erstere werden zum erstmaligen Anziehen der Schrauben beim Verlegen des Oberbaus, die letzteren beim letzten Anziehen und zum Nachziehen benutzt. Der Schlüssel darf beim Andrehen der Mutter nur mäßig mit einer Hand gedreht werden, weil eine größere Kraft



Abb. 108 a. Abb. 108 b. Schnitt A—B. Abb. 108 c. Abb. 108 d.
Abb. 108 a—d. Schwellenschrauben-Schlüssel.

gegebenenfalls die Federplatten platt drückt und die Schraubengewinde so streckt, daß die Muttern schlottern.

Zum Einziehen der Schwellenschrauben werden Dornschlüssel (Schwellenschraubenschlüssel) angewendet, welche sich von oben auf den pyramidenförmigen Teil des Schraubenkopfes aufsetzen (Abb. 108a—d S. 122).

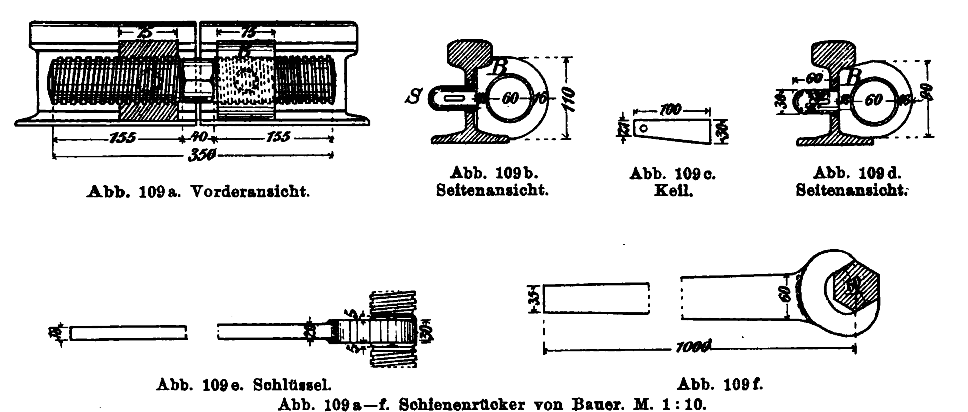


Abb. 109a. Vorderansicht. Abb. 109b. Seitenansicht. Abb. 109c. Keil. Abb. 109d. Seitenansicht.

Abb. 109e. Schlüssel. Abb. 109f.

Abb. 109a—f. Schienenrücker von Bauer. M. 1:10.

l. Vorrichtungen zum Zurücktreiben gewanderter Schienen und damit zur Wiederherstellung der winkelrechten Lage der Schienenstöße und der notwendigen Stoßlückenabstände. Gut bewährt hat sich der Schienenrücker von Bauer (109a—f).

II. Meßgeräte.

Mittels der Meßgeräte soll die richtige Lage des Oberbaus bestimmt und das Verhalten desselben geprüft werden.

Hierzu sind nötig:

a. Schwelleneinteilungsmaße. Diese können sein: eiserne Bandmaße (Abb. 110a/b) oder Holzlatten, beide mit der vorgeschriebenen Schwellenteilung versehen.



Abb. 110a/b. Schwellenverteilungsmaß.

b. Absehkreuze oder Visiertafeln, Setzlatten, Winkelmaße, Wasserwagen, Stichmaße zur Bestimmung und Prüfung der richtigen Gleishöhe und der winkelrechten Lage der Schienenstöße.

c. Stoßlückeneisen oder Temperaturbleche zur Freihaltung der Stoßlücken bei der Oberbauverlegung. Es gibt verschiedene Sorten,

die in der Stärke nach Millimetern abgestuft sind. Sie sollen das Befahren des Gleises mit Arbeitswagen nicht hindern, jedoch so ausgebildet sein, daß sie nach Fertigstellung der Arbeiten nicht unbemerkt stecken bleiben können (Abb. 111 a/b).

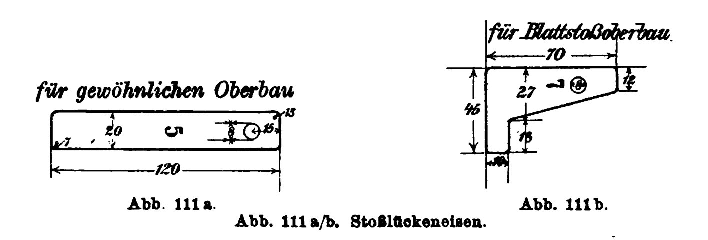


Abb. 111 a. Abb. 111 b.
Abb. 111 a/b. Stoßlückeneisen.

d. Spur- und Überhöhungsmaße. Zum Verlegen des Oberbaus werden schwere, am besten verstrebte Doppelspurmaße, für

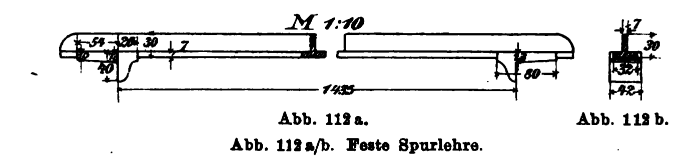


Abb. 112 a. Abb. 112 b.
Abb. 112 a/b. Feste Spurlehre.

die späteren Nachprüfungen während des Betriebes leichtere Spurlehren angewendet. In der geraden Strecke werden feste (Abb. 112 a

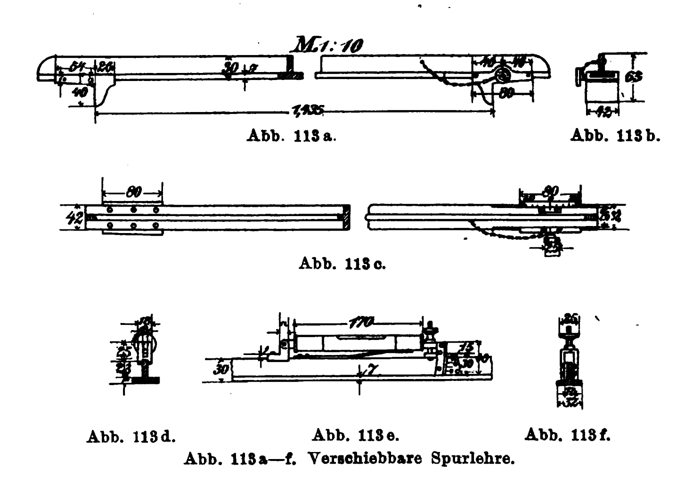


Abb. 113 a. Abb. 113 b.
Abb. 113 c.
Abb. 113 d. Abb. 113 e. Abb. 113 f.
Abb. 113 a—f. Verschiebbare Spurlehre.

und b), in der gekrümmten verstellbare Spurmaße (Abb. 113 a—f) benutzt. Die letzteren können mit Wasserwage und einer Einteilung zum Ablesen der Überhöhung versehen sein. Beim Verlegen

des Oberbaus können auch besondere **Überhöhungsmaße** (Abb. 114) oder entsprechend ausgebildete **Richtscheite mit Wasserwage** (Abb. 115a—d)

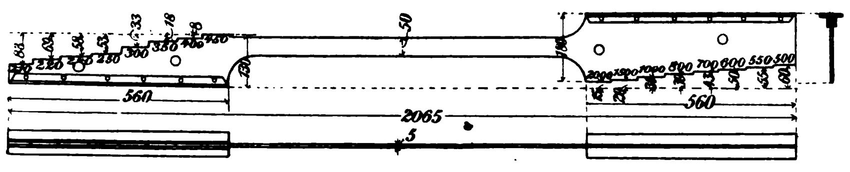


Abb. 114. Überhöhungsmaße.

benutzt werden. Für gekappte oder gedexelte Schwellen sind **Neigungsmaße** oder **Dexellehren** im Gebrauch (Abb. 116a/b).

M. 1:20

Abb. 115 a.

Abb. 115 b.

Abb. 115 c.

Abb. 115 d.

Abb. 115 a—d. Richtscheit mit Wasserwage.

Abb. 116 a.

Abb. 116 b.

Abb. 116 a/b. Dexellehre.

p. Die Unterhaltung des Oberbaus.

I. Allgemeines.

Die Unterhaltung des Oberbaus muß auf das sorgfältigste und gewissenhafteste ausgeführt werden, denn sowohl die Verkehrssicherheit als auch die Wirtschaftlichkeit erfordern eine dauernd gute Gleislage.

Es muß daher vor allem beachtet werden,

1. daß alle Mängel in der Schienenbefestigung, Schienenverbindung und Schwellenlage möglichst schon beim ersten Auftreten beseitigt werden,

2. daß die festgelegten Grenzmaße durch die Abweichungen in der Spurweite in der Richtung und der Höhenlage des Gleises nicht überschritten werden; gegebenenfalls hat eine umgehende Berichtigung einzutreten,

3. daß schadhafte oder unbrauchbar gewordene Teile des Oberbaus rechtzeitig erneuert werden,

4. daß die Bettung stets im guten Zustande sich befindet und eine genügende Entwässerung vorhanden ist. Für Erneuerung der Bettung und Wiederherstellung der Abwässerung sowie Hebung gesunkener Stellen ist Sorge zu tragen,

5. daß bei erhöhter Belastung des Gleises rechtzeitig eine Gleisverstärkung vorgenommen wird.

Die Auswechslung einzelner Stellen ist möglichst einzuschränken; es ist empfehlenswert, die Strecken in ihrer Gesamtheit nach nahezu völliger Abnutzung mit einem Male zu ersetzen.

1. Die teilweise Ausbesserung.

Die teilweise Ausbesserung findet statt, wenn nur stellenweise die Schienenstränge eine unrichtige Höhenlage zeigen, wenn einzelne lose Schwellen, sowie Richtungsfehler vorhanden sind.

2. Die durchgängige Ausbesserung.

Eine durchgängige Ausbesserung ist erforderlich, wenn Mängel im größeren Maße und auf längeren Strecken gleichmäßig vorhanden sind.

Im allgemeinen ist eine Strecke mit starkem Verkehre jährlich mindestens einmal, Strecken mit mittlerem oder geringem Verkehre sind alle 2 bzw. 3 Jahre gründlich auszubessern. Neue Oberbaustrecken werden anfangs eine eingehendere Beobachtung und größere Unterhaltungsarbeiten bedingen.

3. Der Gleisumbau.

Der vollständige Gleisumbau erfolgt bei starkem Verkehre erst, wenn ein Ersatz der Schienen oder der Schwellen sich notwendig erweist.

Die gewonnenen Schienen können wieder Verwendung finden. Da bei mittlerem Verkehr die Schienen doppelt so lange halten, wie die Schwellen, so wird zunächst nur eine Auswechslung der Schwellen erforderlich. Alte Schienen und Schwellen werden zum Umbau von Nebengleisen benutzt.

Der Umbau der Schienen, Schwellen und der Bettung kann bei genügend großen Zugpausen (mindestens 2 Stunden und mehr), bei zweigleisigen Strecken und bei großer Arbeiterzahl gleichzeitig erfolgen. Dagegen muß bei sehr dichter Zugfolge und bei hölzernem Oberbau der Einbau der einzelnen Teile zu verschiedener Zeit stattfinden.

Auch kann bei hinreichendem Platz neben dem umzubauenden Gleise das neue Gleis bereits fertig vorher abgebunden und in fertiggestellten Teilen eingeschoben werden. Dieser Vorgang ist bei ganz kurzen Zugpausen, geringer Arbeiterzahl und bei eisernem Querschwellenoberbau vorzusehen. Jedoch treten bei der seitlichen Verschiebung des fertigen Gleises leicht Lockerungen und schädliche Verbiegungen ein, so daß die Gleislage nicht so gut wird wie bei den ersterwähnten Einbauarten.

4. Verbesserung und Verstärkung eines Oberbaus.

Ein im Betriebe befindlicher Oberbau kann einer Verbesserung und Verstärkung besonders bei erhöhter Beanspruchung infolge Steigerung des Verkehrs, Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit oder Vermehrung des Raddruckes der Lokomotiven bedürfen. Als Mittel dienen Vermehrung der Schwellenzahl, Näherrücken der Stoßschwellen, Verbesserung der Bettung, Anbringen von Unterlagsplatten, Stemmlaschen und Wanderklemmen, Auswechslung verschlissener Befestigungsteile, wie Laschen, Unterlagsplatten usw., Einbringen von Füllblechen und Ersatz des Kleineisenzeugs durch verstärkte Formen.

II. Überwachung und Prüfung des Gleiszustandes.

Die Überwachung des Gleiszustandes erfolgt durch die Bahnwärter, die Bahnmeister und die Streckenvorstände (Betriebsamtsvorstände).

1. Der Bahnwärter.

Dem Bahnwärter ist die Aufsicht über eine Gleisstrecke bis zu 8 km Länge, je nach den örtlichen Verhältnissen übertragen.

Bei Hauptbahnen ist eine zweimalige Streckenbegehung am Tage, eine einmalige des Nachts, bei Nebenbahnen eine einmalige des Tages erforderlich. Die stattgefundene Begehung der Strecke durch den Bahnwärter wird von dem fahrenden Zuge aus dadurch überwacht, daß der Wärter bei jeder Begegnung eine andere Kontrollnummer an den Enden seines Dienstbezirks an hierfür angebrachte Pfähle oder Tafeln anhängen muß.

2. Der Bahnmeister.

Die Bahnmeister haben den Begehungsdienst der Wärter zu überwachen und den Gleiszustand selbst zu prüfen durch Begehen

der Strecke, bei Hauptbahnen mindestens alle 2 Tage, bei Nebenbahnen mindestens alle 3 Tage einmal, und durch Befahren auf der Lokomotive; letzteres ist zur genauen Kenntnis der Gleislage dringend erforderlich.

Auf Güterzugslokomotiven kann man hierbei hauptsächlich Höhenfehler des Gleises und lose Schwellen feststellen, auf Personen- und Schnellzugslokomotiven Richtungsfehler, Mängel hinsichtlich der Spurweite und an der Überhöhung der Bogen.

Öfteres Befahren der Strecke ist notwendig im Frühjahre, um die nötigsten Stopfarbeiten bestimmen zu können, ferner bei anhaltendem Regen, plötzlichem Frost und Tauwetter und sonstigen außergewöhnlichen Vorkommnissen. Besonders zu beobachten sind Gleisstrecken unmittelbar vor Brücken, da sich dort leicht infolge der Sackungen des Erdreichs unbeabsichtigte und zu steile, windschiefe Anrampungen bilden, besonders wenn daselbst Rampen von Übergangskurven vorhanden sind, und durch diese Umstände eine große Entgleisungsgefahr hervorgerufen wird. Ferner sind nasse Einschnitte wegen der zu befürchtenden Rutschungen, kurze Dämme, Weichen und Tunnel zu untersuchen.

Die Prüfung der vorschriftsmäßigen Spurweite des Gleises, sowie der gegenseitigen Höhenlage der Schienen muß mindestens alle zwei Monate geschehen.

Die Abnützungen der Schienen werden durch geeignete Schienenprofilmesser festgelegt.

Eine Prüfung der Umgrenzungslinie des lichten Raumes muß nach jeder durchgängigen Gleisausbesserung, sonst aber durch den Bahnmeister für jedes Gleis zweimal jährlich erfolgen. Zu diesem Zweck wird eine Lattenlehre nach der Form des Normalprofils auf einem Bahnmeisterwagen auf dem zu untersuchenden Gleis entlang gefahren. Auf genaue Beachtung der vorgeschriebenen Abstände bei Tunneln, Brücken, Neigungszeigern, Bahnsteigen, Wasserkranen, Schuppen, Rampen usw. muß besonderes Gewicht gelegt werden.

Die Länge eines Bahnmeisterbezirkes beträgt bei zweigleisiger Strecke etwa 10 bis 12 km.

3. Der Streckenvorstand.

Der Vorstand des Betriebsamts, ein älterer Regierungsbaumeister oder dessen Vertreter, der Eisenbahn-Betriebsingenieur, hat durch regelmäßige und unvermutete Begehungen den Zustand des Gleises und der Bahnanlagen zu prüfen. Die Streckenvorstände sind den Königlichen Eisenbahndirektionen unterstellt, deren Zahl in Preußen 21 beträgt.

Die Betriebsinspektoren sollen die Gleise ihres Bezirks wöchentlich einmal begehen oder befahren, sie haben alle größeren Unterhaltungsarbeiten anzuordnen.

III. Die Ausführung der Unterhaltungsarbeiten.

1. Die kleineren Unterhaltungsarbeiten.

Die Ausführung der kleineren Unterhaltungsarbeiten ist Sache des Bahnwärters. Es rechnen hierzu alle Verrichtungen, die von einem Manne ohne Beihilfe geleistet werden können, so das Messen des Spurweite, Anziehen der Laschen und Schwellenschrauben, Nachtreiben der Schienennägel, Auswechseln des schadhaften Kleineisenzeuges, Entfernung des Graswuchses und des Unkrauts, Offenhalten der Spurrinnen, das Unterstopfen einzelner, loser Schwellen, das Wegschaffen von Eis und Schnee von der Bahnkrone.

Die notwendigen Ersatzstücke, wozu auch ein Schienenbruchverband gehört, hat der Wärter in seiner Bude oder deren nächster Nähe trocken zu lagern.

2. Die gewöhnlichen Unterhaltungsarbeiten.

Die laufenden Streckenunterhaltungen bewirkt der Bahnmeister durch Arbeiterrotten von 5 bis 20 Mann, wobei etwa $1^1/_2$ Mann auf 1 km zweigleisiger Bahn zu rechnen ist. Die Leitung der Arbeiterrotte hat ein Rottenführer (Vorarbeiter). Die Arbeiten werden meist im Tage- oder Stundenlohn ausgeführt, bisweilen auch im Stücklohn (Einzelverding).

3. Die größeren Unterhaltungsarbeiten.

Zur Feststellung der größeren Unterhaltungsarbeiten wird, unter Berücksichtigung der Arbeiten im Vorjahre, der Gleisbestand untersucht und diejenigen Strecken ermittelt, bei denen eine teilweise, sowie die, bei denen eine durchgängige Ausbesserung stattfinden soll. Hiernach wird unter Berücksichtigung der verschiedenen Jahreszeiten ein Arbeitsplan aufgestellt.

Eine zweckmäßige Verteilung ergibt sich wie folgt:

Frühjahr: März bis Mai.

Es sind die gröbsten Mängel in der Höhenlage und in den Richtungsverhältnissen des Gleises zu beseitigen; die im Laufe des Winters unbrauchbar gewordenen Schienen, Schwellen, sowie Kleineisenzeug uud Bettung werden ausgewechselt, ein gründliches Durcharbeiten der Gleise, welches ein Unterstopfen und genaue Gleisberichtigung benötigt, wird auf der ganzen Strecke vorgenommen. Stoßverschiebungen von über 150 mm infolge Wanderns werden beseitigt.

Größere Gleisumbauten sind auch im Frühjahr auszuführen, da im Sommer Arbeiter schwer zu haben sind.

Sommer: Juni bis September.

Die Oberbauunterhaltungsarbeiten können wesentlich eingeschränkt werden und erstrecken sich erforderlichenfalls auf Fortsetzung der Stopfarbeiten, Erhaltung der erforderlichen Stoßlücken, Anfuhr, Ergänzung und Erneuerung des Bettungsstoffs, Verbesserung der Entwässerung, Reinigung der Bettung von Gras und Unkraut.

Herbst: Oktober bis November.

Das Gleis ist wieder sorgfältig zu untersuchen, der Höhe und Richtung nach durchzuarbeiten; alle der Berichtigung bedürftigen Stellen sind zu unterstopfen, schadhafte Teile auszuwechseln, der zerfahrene und verschlämmte Teil der Bettung zu entfernen und durch wasserdurchlässigen Stoff zu ersetzen; für gute Ableitung des Niederschlagswassers muß gesorgt und die Oberfläche der Bettung behufs Erleichterung der Schneebeseitigung sorgfältig geebnet werden.

Winter: Dezember bis Februar.

Die Gleisarbeiten werden eingeschränkt, schadhafte Schienen und Befestigungsmittel ausgewechselt, Frostauftreibungen unschädlich gemacht. Für Schnee- und Eisbeseitigung muß gesorgt, die nötigsten Ausbesserungen, besonders bei eintretendem Tauwetter, müssen vorgenommen werden. Außerdem sind vorbereitende Arbeiten für das Frühjahr vorzusehen: hierzu gehört die Herstellung von Schlägelschotter, das Zurichten von Schienen und Schwellen.

IV. Die wichtigsten Regeln für die Vornahme der Ausbesserung und Auswechslung.

Bei allen Unterhaltungsarbeiten muß für die Sicherheit der Arbeitsmannschaften durch vorschriftsmäßige Absperrung der Arbeitsstellen (Deckung) mittels der vorgeschriebenen Signale Sorge getragen werden. (Näheres s. V. O. 1909, S. 24.) Bei Ausführung von Oberbauarbeiten an Straßenübergängen darf der Straßenverkehr nicht gehindert werden; auch soll nach Möglichkeit ein Verringern der Fahrgeschwindigkeit oder ein Anhalten der Züge vermieden werden.

1. Die Schienen.

Die Auswechslung einzelner Schienen ist nötig bei Brüchen, Abtrennungen ganzer Teile des Schienenkopfes, Längsrissen und Breitdrückungen. Die gänzliche Erneuerung der Schienen auf der gesamten, in Frage kommenden Strecke muß geschehen, wenn die Schienen bis zur zulässigen Grenze abgenutzt sind oder wenn die Zahl der einzelnen Ersatzschienen etwa die Hälfte, bei starker Betriebsbelastung 20 bis 30% der ursprünglich verlegten Schienen beträgt, da die Abnutzung des Gleises mit der Zahl der eingelegten Ersatzschienen bedeutend wächst. Neue Schienen dürfen überhaupt nicht als Ersatzschienen eingebaut werden, sondern es sind hierzu bereits befahrene mit gleichem Abnutzungsgrade wie die benachbarten, bereits berahrenen Schienen zu verwenden. Die Ersatzschienen müssen in der Länge richtig bemessen sein. Auswechslungen von Schienen in den heißen Tagesstunden des Sommers sind auf jeden Fall zu vermeiden, da sonst infolge der plötzlichen Ausdehnung benachbarter Schienen, welche nach Lösung der Laschen eintritt, die Lücke meist zu klein wird, um eine vorrätig gehaltene Schiene entsprechender Länge einzulegen und dann weder die alte noch die neue Schiene paßt.

Schienenbrüche entstehen meist bei großer Kälte im Winter und bei großen Wärmeschwankungen zwischen Tag und Nacht. Die von den Laschenlöchern geschwächten Schienenenden werden am meisten betroffen.

Langsames Befahren kann bei Schienenbrüchen noch ermöglicht werden vor der stattgefundenen Auswechslung, indem die Schiene an der Bruchstelle durch ein etwa 1 m langes Schwellenstück unterstützt und beiderseits auf diesem durch Nägel oder Schrauben befestigt wird; oder es werden Notverbände angebracht, welche z. B. aus beiderseits anzulegenden Flachlaschen mit Keilzwinge oder dgl. bestehen können. Auch können die Nachbarschwellen zur Unterstützung herangezogen werden.

2. Die Schwellen.

Holzschwellen müssen ausgewechselt werden, sofern sie infolge Druck- und Stoßwirkungen des Betriebes, durch mechanische Zerstörung bei den Unterhaltungsarbeiten, Nachdexeln oder Fäulnis nicht mehr die nötige Widerstandsfähigkeit besitzen. Innerlich faule Schwellen erkennt man am dumpfen Ton beim Aufschlagen mit dem Hammer.

Beim Auswechseln einzelner Schwellen wird die Bettung neben den Schwellen beseitigt, die alte Schwelle in diese Vertiefung geschoben und herausgezogen; dann wird das feste Schwellenlager der Bettung entfernt und auf gleiche Weise die neue Schwelle eingezogen und unterstopft.

Die Schwelle ist mit der Schiene fest verschraubt zu halten, jeder Spielraum befördert die Zerstörung der Holzschwelle. Eiserne Schwellen müssen ersetzt werden, wenn am Schienenauflager schädliche Einfressungen der Unterlagsplatten, Verschleiß an den Lochungen, Verbiegungen, Längs- und Querrisse und sonstige Abnutzungen es bedingen. Eiserne Schwellen sollen im Gleis nicht neben hölzernen liegen.

Die vollständige Erneuerung der Schwellen, welche mit der Bettung zu verbinden ist, empfiehlt sich, sofern etwa $^1/_3$ der liegenden Schwellen auswechselungsbedürftig werden. Eine Verbesserung der Holzschwellen geschieht durch Nachdexeln, Verdübeln, Entfernung faulen Holzes.

3. Die Schienenverbindungs- und Befestigungsmittel.

Das Kleineisenzeug ist, sobald es schadhaft wird, auszuwechseln; besonders sind gebrochene Teile, wie Laschen und Unterlagsplatten, ebenso abgedrehte und überdrehte Bolzen unverzüglich zu entfernen.

Abgenutzte und nicht mehr fest anliegende Laschen müssen durch neue oder verstärkte ersetzt werden, auch können entsprechend geformte und richtig bemessene Futterbleche, deren Stärke mindestens 2 mm betragen muß, zur Ausfüllung der Spielräume verwendet werden.

Nägel- und Schwellenschrauben, deren Kopf abgebrochen oder welche verbogen sind, müssen entfernt werden, Nagelreste sind aus den Schwellen zu treiben, die entstandenen Löcher müssen verteert und verkeilt werden. Gelockerte Nägel sind nachzuschlagen, lockere Schwellen und Schienenschrauben nachzuziehen.

4. Die Bettung.

Die Unterhaltung der Bettung erstreckt sich auf die Instandhaltung der Entwässerung, auf die Reinigung der Abzugsgräben und Sickerschlitze, die Beseitigung der verschlämmten Bettungsteile und die Entfernung des Graswuchses. Die durch ungleichmäßige Einsenkungen der Bettung in den Untergrund entstehenden Wassersäcke, welche häufig Hebungen des Gleises bei Frost verursachen, müssen durch Schlitze, Aufgrabungen und dergleichen unschädlich gemacht werden.

Tritt durch das vielfache Unterstopfen, durch die Witterungseinflüsse und durch die Betriebsbeanspruchung eine Zerkleinerung und Zerstäubung der Bettung ein, welche sich meist bei Regenwetter durch das Schlammpumpen und Kotspritzen der Schwellen äußert, so muß, da dann die Widerstandsfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit der Bettung aufgehoben oder kaum genügend ist und Mängel in der Höhenlage und der Richtung des Gleises dauernd eintreten, eine Erneuerung der Bettung geschehen.

Bei Eisenschwellenoberbau muß vor Einbringung der Bettung der alte Bettungsstoff aus den Schwellenhöhlungen herausgeklopft, und diese von Staub und Schlamm gehörig gereinigt werden. Gleichzeitig ist für die gute Entwässerung des Bettungskörpers und des Untergrundes zu sorgen, da ohne eine solche bald wieder ungünstige Verhältnisse sich bilden werden. Neuer Bettungsstoff ist an der Gleisaußenseite abzuladen, damit eine Vermischung mit altem vermieden wird.

5. Die Berichtigung der Spurweite.

Falls die Änderung der Spurweite eines Gleises einen derartigen Umfang angenommen hat, daß die festgesetzten, zulässigen Grenzwerte überschritten sind, so muß eine Berichtigung eintreten. Zur dauernden Behebung der Unstimmigkeiten muß jedoch vor allem die Ursache der Veränderungen festgestellt, und auf Grund derselben die Art der Verbesserung bestimmt werden.

Spurerweiterungen können durch seitliche Verschiebungen der Schienen auf den Schwellen infolge Lockerung, Ausschleißungen oder Nachgiebigkeit der Befestigungsmittel bedingt werden, ferner durch Verbiegungen und Verdrehungen der Schienen, durch zu große Abnutzung oder Breitdrückung des Schienenkopfes, durch Längsverschiebungen oder Verdrehungen der Schwellen, durch falsche Bemessung der Spurerweiterung oder der Überhöhung in den Krümmungen oder durch zu großen Radstand steifachsiger Fahrzeuge.

Vielfach genügt ein Herausdrehen der Schwellenschrauben oder Herausziehen der Nägel, Auskeilen der Löcher für Schwellenschrauben mit achteckigen, für Nägel mit viereckigen geteerten Hartholzkeilen, Nacharbeiten der Lagerfläche der Schienenunterlagsplatten und Neubefestigung der einen Schienenreihe nach dem Spurmaß. Meist wird jedesmal ein Strang berichtigt und mit beiden Strängen jährlich umgewechselt. Bei starkem Betriebe sind vierteljährlich, bei schwachem halbjährlich genaue Messungen vorzunehmen. Die Spurrinnen an Wegübergängen, Weichen und Kreuzungen (siehe auch dort) sind aufzumessen.

Bei hölzernem Oberbau läßt sich die Spurweite schwerer richtig erhalten als bei eisernem. Kommen bei letzterem infolge von Abnützungen des Kleineisenzeuges und der Lochungen, oder infolge von zu schwachen in der Mitte zu fest gestopften Schienen Spurveränderungen vor, so müssen neues Kleineisenzeug mit stärkeren Abmessungen oder Füllstücke eingelegt werden, auch wird Ersatz der Schwellen durch stärkere nötig.

6. Die Berichtigung seitlicher Verschiebungen des Gleises.

Seitliche Verschiebungen des Gleises kommen meist bei langen Geraden und beim Übergang von Geraden in stark gekrümmte Strecken vor. Das Gleis wird durch Rücken der Schwellen, die vor Kopf erst von der Bettung zu befreien sind, mittelst Wuchtebäumen, oder eisernen Hebeln gerichtet, wobei die Stoßschwellen und die mittelsten Schwellen jeder Schiene als Angriffsstellen dienen sollen.

7. Die Berichtigung der Längsverschiebung des Gleises.

Die Längsverschiebung oder das Wandern des Gleises ist von sehr schädlicher Einwirkung auf die Gleislage, da besonders die Spurweite meist erheblich dadurch vermindert wird.

Schienen und Schwellen sind in ihre ordnungsmäßige Lage zurückzutreiben, wozu am besten der Bauersche Schienenrücker benutzt wird. Vor dem Rücken muß die Verschraubung gelockert werden.

8. Die Berichtigung der Höhenlage des Gleises.

Die Verbesserung der Höhenlage des Gleises wird sehr häufig nötig, besonders aber in den ersten Jahren der Gleislage. Der Grund ist in der ungleichen Nachgiebigkeit der Bettung und vielfach auch des Untergrundes zu suchen. Verteilen sich die Senkungen auf größere Länge, so ist eine Betriebsgefahr nicht vorhanden, jedoch bieten Senkungen auf geringe Länge eine solche in hohem Maße und müssen daher sofort behoben werden.

Wichtig ist die genaue Erhaltung der Rampenneigung bei Übergangskurven im äußeren Strange, da durch zu steile Steigung daselbst leicht Entgleisungen hervorgerufen werden können; auch muß einer richtigen Überhöhung des äußeren Stranges im Bogen volle Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Unebenheiten des Gleises können entweder durch Heben der gesenkten oder durch Senkung der aufgetriebenen Stellen entfernt werden. Die Hebung des Gleises erfolgt durch Unterstopfen. Es muß zuvor der Bettungsstoff bei Holzschwellen bis auf Schwellenunterkante, bei Eisenschwellen etwas tiefer, weggeräumt werden, wonach die Schwellen in den richtigen Abstand und senkrecht zum Gleise zu bringen sind, dann erfolgt das Heben mittels Wuchtebaum. Zur Vermeidung von Hohlräumen unter den Schwellen ist ein gleichzeitiges Heben und Unterstopfen beider Schienenstränge nötig.

Das Maß der Hebung darf 10 cm nicht überschreiten; besser ist es, sich mit 6 cm zu begnügen und größere Senkungen durch mehrmalige Teilhebungen wegzuschaffen.

Bei Beginn des Stopfens muß das Gleis vorläufig der Höhe und Lage nach ausgerichtet sein; eiserner Oberbau erfordert eine genauere Festlegung. Die Oberbaupfähle werden zur Prüfung der Gleislage benutzt. Vor dem Befahren der durch Stopfung gehobenen Strecke durch einen Zug muß eine vorläufige Auslaufsteigung hergestellt werden, wobei für je 30 mm Hebung mindestens eine Schienenlänge anzunehmen ist.

Bei starken Steigungen soll bergan gestopft werden, damit die Auslaufsteigung die vorgeschriebene Streckensteigung nicht vergrößert (Abb. 117 und 118). Bei zweigleisigen Bahnen wird zur Sicherheit der Arbeiter der

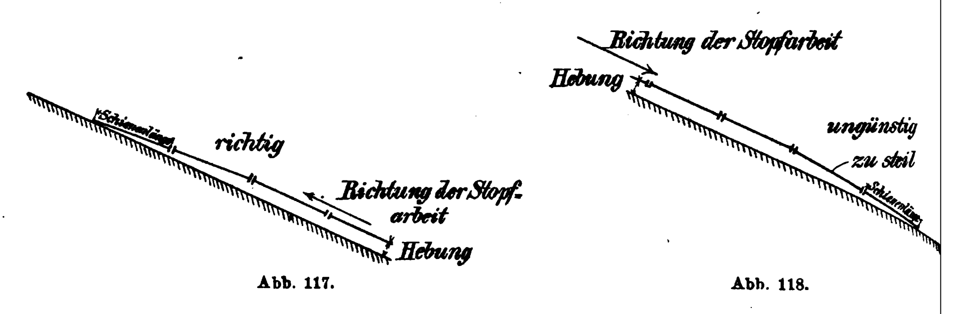


Abb. 117. Abb. 118.

Fahrtrichtung entgegengestopft (Abb. 119). Nach dem Stopfen wird das Gleis endgültig gerichtet, bis Schwellenoberkante verfüllt und schließlich die Bettung wieder vorschriftsmäßig hergestellt.

Stopfrichtung Fahrtrichtung
Fahrtrichtung Stopfrichtung

Abb. 119.

Die Senkung des Gleises geschieht durch Fortnahme des Bettungsstoffes unter den Schienen. Zuvor muß jedoch das Gleis etwas gehoben werden. Nachdem genügend Bettungsmaterial entfernt ist, wird das Gleis gesenkt und die endgültige Höhenlage durch Stopfen erzielt.

Vielfach werden auch Höhenberichtigungen infolge der im Winter durch den Frost entstehenden Gleishebungen nötig. Die erwähnten Verfahren können hier nicht eingeschlagen werden, sondern es müssen zwischen den Schienen und den zu tiefliegenden Schwellen Hartholzklötzchen eingeschoben werden, die bei einer größeren Höhe als 2 cm mit langen Nägeln auf den Schwellen zu befestigen sind. Bei eintretendem Tauwetter sind dieselben zu entfernen.

Die erwähnten Arbeiten erfordern zur Ausführung einen Vorarbeiter mit 4 bis 8 Mann.

9. Die Beseitigung des Schnees.

Da frisch gefallener Schnee am leichtesten und ohne erhebliche Kosten wegzuräumen ist, so entfernt man ihn baldigst nach dem Fallen. Bis zu

einer Höhe von 0,15 m kann der frische Schnee von den Bahnwärtern mittels eines kleinen Schneepflugs von den Schienen weggeschoben werden.

Um Frostauftreibungen zu vermeiden, wird man jedoch den gefallenen Schnee bis zur Schienenoberkante auf der Bettung unter Freihaltung der Befestigungsmittel liegen lassen, da derselbe das Eindringen des Frostes verhindert.

Vor dem Eintritt des Winters müssen alle Vorrichtungen zur Verhütung der Verkehrsstörung durch Schneefälle getroffen werden. Alle Geräte sind instandzusetzen und bereitzuhalten, die Bahnarbeiter und Hilfswärter sind auf die einzelnen Strecken zu verteilen und für besonders gefährdete Strecken genügende Arbeitskräfte zu sichern.

Bis 0,30 m Schneehöhe kann man den aus Holz hergestellten, von 2 Pferden gezogenen, keilförmigen Pferdepflug benutzen, bei größerer Schneehöhe werden Pflüge, die durch Lokomotiven bewegt werden (Lokomotivschneepflüge), verwendet.

q. Veranschlagung und Kosten des Oberbaus der freien Strecke und der Unterhaltung.

I. Veranschlagung des Oberbaumaterials.

Bei Neubauten oder Umbauten muß zunächst der Materialbedarf festgestellt werden. Für jede Oberbauart ist bereits der Bedarf an Oberbaumaterial sowohl für die Schienenlänge, als auch für 1 km festgelegt, also genau bekannt. Unter Berücksichtigung der Gleislänge wird dann für jeden Gleisbau eine Materialbedarfsnachweisung aufgestellt, und auf Grund derselben werden die nötigen Mengen eingefordert.

Durchschnittlich können folgende Beträge nach den jetzigen Preisen eingesetzt werden.

Für 1 km Gleis ohne Bettung und ohne Verlegungskosten

Stahlschienengewicht	Schwellenzahl	getränkte kieferne Schwellen (Mark)	getränkte Eichenschwellen (Mark)
6e = 33,4 kg/m	18 (12 m Schienenlänge)	rd. 20500	22800
8b = 41 „	24 (15 m „)	rd. 23100	25550

Stahlschienengewicht	Schwellenzahl	flußeiserne Schwellen
6e = 33,4 „	18 (12 m Schienenlänge)	20700
8b = 41 „	24 (15 m „)	23700

Nach der Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands im Rechnungsjahr 1912 betragen die Durchschnittspreise für eine hölzerne Querschwelle 4,85 Mark, für 1 t eiserne Schwelle 112 Mark, für 1 t Schiene 120 Mark, 1 t Kleineisenzeug 176 Mark.

II. Veranschlagung des Bettungsstoffes.

Der Bedarf an Bettungsstoff ist abhängig vom Bettungsquerschnitt; er beträgt bei 1 m Gleislänge

bei eingleisigen Hauptbahnen durchschnittlich 1,5 bis 2,5 cbm
bei zweigleisigen Hauptbahnen durchschnittlich 3,0 bis 4,0 cbm
bei Nebenbahnen durchschnittlich 1,3 bis 1,5 cbm.

Bei den neuen preußisch-hessischen Bettungsregelformen sind die entsprechenden Werte 1,4 bzw. 2,8 für Hauptbahnen, 1,04 für Nebenbahnen, sowohl für Holz- als Eisenschwellenbau.

Die Kosten der Bettung an der Verwendungsstelle hängen von der Art des Bettungsstoffes und von der Entfernung der Gewinnungsstelle ab.

Die Kosten für 1 cbm Bettung einschließlich Zufuhr und Einbringen in den Bahnkörper schwanken zwischen 2 und 9 Mark, somit für 1 m eingleisiger Bahn zwischen 4 bis 20 Mark. Für die Verhältnisse bei der Eisenbahndirektion in Essen betragen sie jetzt bei Kleinschlag 7,5 bis 8,0 Mark, bei Kies 2,5 bis 2,7 Mark.

Nach den Angaben der Statistik für 1912 kostet 1 cbm 3,21 Mark durchschnittlich.

III. Die Kosten des Verlegens.

Für je 7,5 km Bahnlänge und für jede größere Bahnhofsanlage genügt eine Arbeitertruppe von 42 bis 46 Mann. Dieselbe besteht bei Holzquerschwellenoberbau aus 1 Vorarbeiter und 12 Mann für das Auslegen der Schwellen und Unterlagsplatten, 10 Mann für das Auslegen und Verlaschen der Schienen, 2 Mann zum Vorbohren, 6 Mann zum Befestigen der Schienen (je 3 an jeden Strang) und 16 Mann zum Unterstopfen, Heben und Richten des Gleises. Diese Arbeitergruppe verlegt bei Neubauten täglich mindestens 100 m Holzquerschwellenoberbau; die Arbeitsleistung bei eisernen Querschwellen ist etwas größer. Die Angaben sind je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden. Durchschnittlich kann für 1 m Gleis des Holz- oder Eisenquerschwellenoberbaus für Verlegen des Oberbaus und Unterhalten während der Bauzeit einschließlich Verladen und Befördern der Gestängeteile für 1 lfdm Gleis der Betrag von 1,50 Mark bei Kiesbettung und 2,0 Mark für Kleinschlag eingesetzt werden.

IV. Allgemeine Überschläge.

Für allgemeine Überschläge können nach Osthoff die Anlagekosten wie folgt für 1 km Gleis bemessen werden:

für Hauptbahnen mit hölzernem Querschwellenoberbau einschließlich Bettung: 24000 bis 40000 Mark;

für solche mit eisernem Querschwellenoberbau: 24000 bis 46000 Mark, wobei 15 bis 18% Nebengleise auf Bahnhöfen mit eingeschlossen werden

für Nebenbahnen mit 12% Nebengleisen auf den Bahnhöfen und Holzquerschwellen: 18000 bis 21000 Mark;

für Kleinbahnen mit 10% Nebengleisen auf den Bahnhöfen und Holzquerschwellen:

bei Vollspur	bei 1 m Spur	bei 0,75 m Spur
17000 Mark.	13000 Mark.	11500 Mark.

V. Die Kosten der Gleisunterhaltung.

Die Kosten der Gleisunterhaltung bewegen sich in sehr dehnbaren Grenzen, da eine große Anzahl von Einflüssen sich geltend machen, welche auf die Kosten sehr verschiedenartig einwirken können.

Außer den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn kommt die Bauart des Oberbaus selbst, das Alter des Gleises, die Güte der Bettung und des Untergrundes, die sachgemäße Art der bisherigen Unterhaltung, die Höhe der Arbeitslöhne und die Materialpreise, die Geschicklichkeit der Arbeiter, die Betriebsart und die Dichtigkeit des Verkehrs u. a. m. in Frage.

Die Kosten der Gleisunterhaltung mit Ausschluß der Anschaffungskosten der Oberbaubestandteile, also nur für Arbeitslohn und sonstige Ausgaben einschließlich Material werden nach Kopfzahlen der Arbeiter ermittelt und den Betriebsämtern in Tagewerken überwiesen. Sie stellen sich für 1 km:

bei Hauptgleisen	auf Hauptbahnen	durchschnittlich	auf	300	Tagewerke
„ Nebengleisen	„ „	„	„	180	„
„ Hauptgleisen	„ Nebenbahnen	„	„	200	„
„ Nebengleisen	„ „	„	„	120	„

Für die Unterhaltungsarbeiten ist alljährlich ein genauer Voranschlag aufzustellen. Die Kosten erscheinen bei den preußischen Staatsbahnen bei Kapitel 23 Titel 8 der Ausgaben des Etats.

4. Gleisverbindungen und Gleisdurchkreuzungen.

Um Fahrzeuge von einem Gleise in ein anderes überführen zu können, sind Verbindungen zu schaffen, dieselben können als Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen angeordnet werden.

Weichen sind Vorrichtungen, durch die geschlossene Züge ohne Fahrtunterbrechung und wesentliche Richtungsänderung aus einem Gleis in ein anderes übergeführt werden können.

Drehscheiben und Schiebebühnen gestatten nur einzelnen Fahrzeugen das Umsetzen auf ein anderes Gleis, wobei eine erhebliche Richtungsänderung bei der Bewegung vorzunehmen ist.

Durchschneiden sich zwei in einer Ebene liegende Gleise vollständig, so entsteht eine Gleiskreuzung. Bei Gleiskreuzungen ist der Übergang von einem Gleis auf das von ihm durchschnittene ohne weiteres nicht möglich.

a. Die Weichen und Gleiskreuzungen.

I. Die einfachen Weichen.

Die am häufigsten vorkommende Weichenordnung ist die einfache Weiche.

Aus dem geraden Stammgleis I zweigt ein zweites Gleis II, das Abzweiggleis, nach rechts oder links ab. Im ersten Fall entsteht eine einfache Rechtsweiche (Abb. 120), im letzteren eine einfache Linksweiche (Abb. 121).

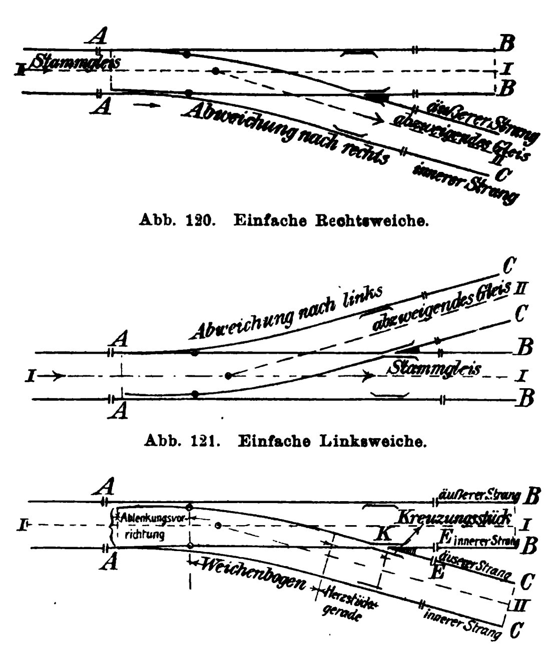


Abb. 120. Einfache Rechtsweiche.

Abb. 121. Einfache Linksweiche.

Abb. 122.

Die Abzweigstelle A (Abb. 122), an welcher der vor der Weiche liegende, gewöhnliche Oberbau endet, heißt die Spitze oder der Anfang der Weiche; der Punkt E, wo derselbe hinter der Weiche wieder beginnen kann, wird das Ende der Weiche genannt.

Jede Weiche besteht aus drei Hauptteilen:

1. Aus der Ablenkungsvorrichtung (Weiche im engeren Sinne), welche dicht hinter dem Weichenanfang liegt und umstellbar ist, so daß das Fahrzeug sowohl im geraden Strange in der Fahrrichtung A—B (bzw. B—A) als auch nach Umstellung in dem abzweigenden Strange in der Fahrrichtung A—C bzw. C—A geleitet werden kann.

2. Aus dem Kreuzungsstück (Herzstück), unter welchem der Bauteil an der Stelle K zu verstehen ist. Daselbst erfolgt die Durchschneidung des äußeren Stranges des Abzweiggleises mit dem innern Strange des Stammgleises.

3. Aus dem Weichenbogen, welcher zwischen der Ablenkungsvorrichtung und dem Kreuzungsstück liegt.

Die Weiche kann im geraden Strang I—I, oder im gekrümmten Strang I—II von den Betriebsmitteln durchlaufen werden.

Die Weiche wird gegen die Spitze befahren, wenn der Zug sich in der Richtung von A nach B im Stammgleis oder von A nach C im Ab-

zweiggleis bewegt; sie wird mit der Spitze befahren, wenn der Zug im geraden Strang von B nach A oder im krummen Strang von C nach A fährt.

Bei den einfachen Weichen kann man unterscheiden:

1. die Schleppweichen,
2. die Weichen mit unterschlagenden Zungen.

1. Die Schleppweiche.

Die Ablenkungsvorrichtung ist bei der Schleppweiche am einfachsten ausgebildet. Er sind zwei Arten zu beachten.

a. Die Ablenkungsvorrichtung besteht aus einfachen Schubstangen, welche um den Punkt A bzw. A_1 drehbar sind. Die Drehung erfolgt durch eine am Ende bei D bzw. D_1 angebrachte, gemeinsame Stellvorrichtung, welche beide Stangen kuppelt (vgl. Abb. 123). Der Übergang an der Schienenkreuzung kann durch ein um K drehbares Schienenstück ermöglicht werden.

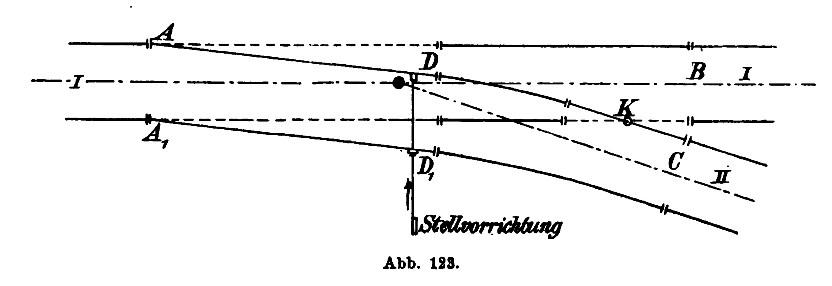


Abb. 123.

Nachteil: Bei A entsteht für die Ausweichefahrt ein scharfer Knick.

b. Als Ablenkungsvorrichtung dient je ein Paar doppelte Schubstangen. Der Drehpunkt liegt bei D bzw. D_1; die gemeinsame Stellvorrichtung greift

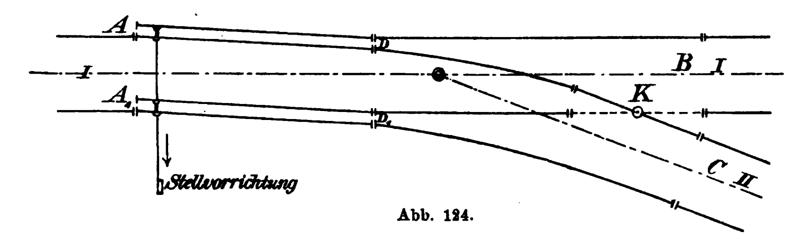


Abb. 124.

in gleicher Weise wie vorher bei A bzw. A_1 an (Abb. 124). Herzstückanordnung wie bei a.

Vorteil: Der Knick bei A bzw. A_1 ist vermieden, die Ablenkungsvorrichtung ist widerstandsfähiger gegen Seitenstöße.

Beide Ausführungen haben den gemeinsamen Nachteil, daß bei falscher Weichenstellung Fahrzeuge, welche von B bzw. C aus die Weichen befahren wollen, entgleisen müssen.

Da nach T. V. § 40 Weichen, deren Bauart bei der Einstellung auf das falsche Gleis das Ablaufen der Räder von den Schienen zuläßt, im Gleise für durchgehende Züge nicht eingelegt werden dürfen, so werden Schleppweichen nur bei Arbeits-, Gruben-, Kriegs- und provisorischen Bahnen angewendet.

2. Die einfache Weiche mit unterschlagenden Zungen.

a. Die Normalweiche der preußisch-hessischen Staatsbahnen.

A. Die allgemeine Anordnung.

Weichen mit unterschlagenden Zungen (s. S. 144 u. Abb. 129 daselbst) gelangen zurzeit bei Lokomotiveisenbahnen ausschließlich zur Anwendung.

Es laufen bei diesen der äußere Strang des Stammgleises und der innere Strang des gekrümmten Abzweiggleises (auch Weichengleis genannt) unverrückbar durch. Die andern beiden Schienenstränge schließen durch die Ablenkungsvorrichtungen an die festen Schienenstränge an (Abb. 125).

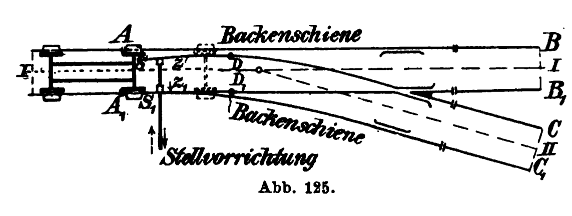


Abb. 125.

Die Ablenkungsvorrichtung besteht aus zwei gleichlangen, um ihre Endpunkte D und D_1 drehbaren Schienenstücken z und z_1, welche Zungen- oder Spitzschienen heißen. Die Zungenenden D und D_1 werden die Zungenwurzeln, die Zungenanfänge S und S_1 die Zungenspitzen genannt. Man unterscheidet die Zunge im Abweichgleise z und die Zunge im Stammgleise z_1.

Die Schienen der festen, durchlaufenden Schienenstränge, an welche die Zungenschienen unmittelbar anschlagen bzw. unterschlagen, führen den Namen: Backen-, Stock- oder Anschlagschienen.

Beide Zungenschienen sind miteinander verbunden und können durch eine Stellvorrichtung seitlich verschoben werden. Ihre Stellung zueinander ist derart, daß beim Anliegen der einen Zunge an der ihr zugehörigen Backenschiene die andere Zunge soweit von der ihr zugeordneten Backenschiene entfernt ist, daß der Spurkranz die so gebildete Rille ungehindert durchlaufen kann (vgl. Abb. 125).

Die engste Stelle dieser Spurrille befindet sich im allgemeinen etwas vor dem Zungenende; bei den preußisch-hessischen Bahnen ist dieses Maß auf 60 mm festgesetzt, sein Abstand von dem Zungenwurzelende beträgt etwa 2,0 m.

Die Entfernung ergibt sich aus der Erwägung, daß das Rad L bei seiner in Abb. 126 angegebenen, weitesten Lage nach rechts noch ohne Gefahr die Rinne zwischen Backenschiene und Zunge durchlaufen kann. Diese ungünstigste Lage tritt dann ein, wenn der Spurkranz des rechten Rades R seine größte zulässige Abnutzung d_{min} erreicht hat, also die Achse sich am

weitesten nach rechts schieben kann. Als geringster Wert des lichten Abstandes der Räderinnenflächen ist nach § 67 der T. V. $b_{min} = 1357$ mm festgesetzt, das kleinste Maß der Spurkranzbreite bei einseitig abgenutztem Radreifen beträgt nach T. V. § 69 $d_{min} = 20$ mm. Es ergibt sich daher für das geringste zulässige Maß der Spurrille in diesem Falle:

$$r_{min} = s - b_{min} - d_{min} = 58 \text{ mm}.$$

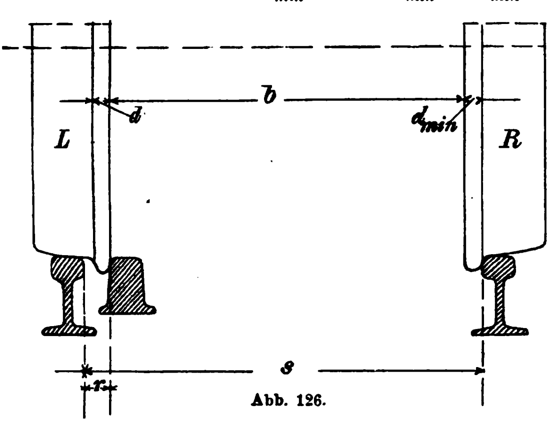


Abb. 126.

Das Maß der Spurrillenbreite an der Schienenwurzel ist bei der Normalweiche um ein geringes größer als 60 mm. Vermehrt man dieses Maß um die Zungenkopfbreite, so erhält man die **Wurzelweite**. Die Zungenspitzen sollen nach den T. V. § 40 soweit aufschlagen, daß an keiner Stelle die Räder an die aufgeschlagenen Zungen anstreifen können; die Durchgangsweite an der Spitze soll mindestens 100 mm betragen.

Bei den preußischen Weichen ist diese Entfernung an der Stelle, wo die Zugstange der Umstellvorrichtung an der Zunge des Weichengleises angreift (etwa 470 mm von der Zungenspitze entfernt) zu 140 mm festgesetzt.

Die Achse des geraden Teiles des Zweiggleises schneidet die Achse des Stammgleises im Punkte M, welcher Weichenmittelpunkt heißt (Abb. 127). Der spitze Winkel α, welcher durch beide genannte Gleise am Mittelpunkt M entsteht, heißt der **Weichenwinkel**. Man wählt ihn zweckmäßig so, daß

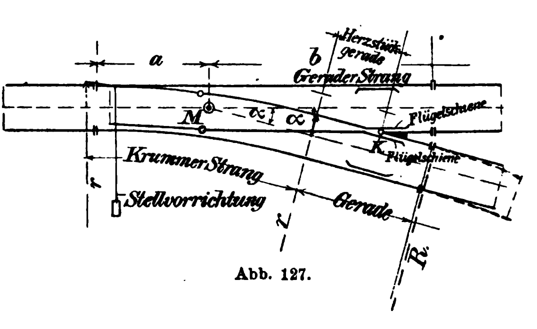


Abb. 127.

die Tangentenfunktion dieses Winkels einen einfachen runden Wert erhält. In Preußen wird für die Weichen $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{9}$ gewählt, daneben war auch $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{10}$ vielfach im Gebrauch. Da letztere Ausbildung mehr Entwicklungsraum für die Weiche benötigt, so sieht man von dieser Weichenart zurzeit möglichst ab. Außerdem gelangen noch Weichen mit $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{7}$ in verschiedenen Nebengleisen zur Verlegung.

Die Weichen bezeichnet man nach dem Kreuzungsverhältnisse, z. B. bei $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{9}$ als Weiche 1 : 9.

Der Halbmesser des Abzweiggleises (Weichenhalbmesser) bei der preußischen Normalweiche 1 : 9 beträgt $r = 190$ m, bei der Weiche 1 : 10 dagegen $r = 245$ m; bei Weichen 1 : 7 nur $r = 140$ m. Neuerdings werden für Hauptgleise von Schnellzugsstrecken Weichen 1 : 14 mit $r = 500$ m Halbmesser eingelegt. Diese gewährleisten für den Fall, daß Schnellzüge den krummen Strang einer Weiche befahren müssen, eine ruhige und sichere Fahrt, ohne eine zu große Geschwindigkeitsverminderung nötig zu machen.

Der infolge des Durchkreuzens der Schienen des Abzweiggleises und des Stammgleises erhaltene Schnittpunkt K heißt die mathematische Herzstückspitze. Die Gleisstränge müssen bei der Herzstückspitze durchbrochen werden, damit die Spurkränze der durchlaufenden Fahrzeuge am regelrechten Fortschreiten nicht gehindert werden.

Die Fahrschiene wird deshalb gleichlaufend zu den Kanten entsprechend abgebogen und bildet so als „Flügelschiene" für die Spurkränze eine Führung. Infolgedessen entsteht am Herzstück zwischen der Herzstückspitze und dem Knickpunkt der abgebogenen Schiene eine Lücke, die Herzstücklücke genannt wird.

Um die Fahrzeuge möglichst sicher und stoßfrei über die Herzstücklücke zu führen, muß die Länge der letzteren möglichst herabgemindert werden, außerdem wird das gekrümmte Abzweiggleis am Herzstück und etwa 3 m davor geradlinig ausgeführt, entsprechend dem Abstande kurzer zweiachsiger Wagen. Die vor dem Herzstück liegende Gerade heißt die Herzstückgerade.

Eine weitere Sicherung wird durch Zwangsschienen oder Radlenker erreicht, welche in jedem Gleise an dem durchgehenden Strange und der führungslosen Herzstücklücke rechtwinklig gegenüberliegen. Die dadurch entstandene, genaue Führung der senkrechten Flansche der entsprechend an ihnen unmittelbar vorbeigehenden Räder ermäßigt die Gefahr des Auflaufens und Entgleisens der Fahrzeuge an der Herzstückspitze.

Die Überhöhung der äußeren Schiene im gekrümmten Strange unterbleibt bei Weichen wegen der größeren Einfachheit der Herstellung und der geringen Geschwindigkeit der durchfahrenden Züge. Auch wird mit Rücksicht auf eine einfache Bauart die Schrägstellung der Schienen unterlassen.

Der Übergang von den senkrechten Weichenschienen in die unter 1 : 20 geneigten Schienen des normalen Oberbaus geschieht bei eisernen Schwellen durch Unterlagsplatten mit einer Übergangsneigung von 1 : 40, bei Holzschwellen wird die Übergangsschwelle durch Kappen der Auflager für die Unterlagsplatten ohne Neigung auf die Neigung 1 : 40 gebracht. An Stoßschwellen darf kein Wechsel der Schienenneigung vorgenommen werden.

Hingegen ist es bei der starken Krümmung des abzweigenden Gleises dringend erforderlich, eine Spurerweiterung auszuführen, um das Aufsteigen und Entgleisen der Wagen mit großem, festen Radstand, sowie der Lokomotiven mit festgekuppeltem Tender zu vermeiden. Bei der preußischen Norm erhält das gekrümmte Gleis eine Spurerweiterung von 15 mm derart, daß dieselbe schon vor der Weiche beginnt und an der Zungenspitze bereits 10 mm, am Stoß der Backenschiene an der Spitze 4 mm beträgt. Am Beginn der Herzstückgeraden muß die Spurerweiterung wieder auf Null ausgelaufen sein.

B. Ausbildung der einzelnen Teile der einfachen Weiche.

Im folgenden sollen im allgemeinen die Ausführungen der preußischen Normalweiche besprochen werden.

1. Die Ablenkungsvorrichtung nebst Zubehör.

a. Anforderungen.

An die Ablenkungsvorrichtung sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Der Übergang der durchfahrenden Betriebsmittel sowohl in die Ablenkung als auch in das Stammgleis muß möglichst stoßfrei und sanft erfolgen.
2. Das Ablaufen der Räder von den Schienen darf bei unrichtiger Weichenstellung nicht eintreten, auch darf die Sicherheit der Fahrt in anderer Weise nicht beeinträchtigt werden.
3. Mit der Spitze befahrene Weichen müssen bei falscher Zungenstellung ein Aufschneiden der Weiche gestatten, indem die Zungen durch die Räder in die richtige Lage verschoben werden.
4. Halbstellungen, bei denen keine der Zungen an der Backenschiene anliegt, müssen ausgeschlossen sein.
5. Alle Teile müssen eine genügend große Festigkeit besitzen.
6. Die Umstellung der Zunge muß sich sicher und mit möglichst geringem Kraftaufwand bewerkstelligen lassen.
7. Der Bau und die Unterhaltung muß sich einfach und billig ermöglichen lassen.

b. Die Ausbildung von Zunge und Backenschiene.

Die Ablenkungsvorrichtung der preußischen Normalweiche entspricht diesen Anforderungen im weitgehendsten Maße. Sie besteht aus einer geraden Zunge für den Stammgleisstrang und einer gekrümmten Zunge für den äußeren Strang des gekrümmten Abzweiggleises.

Die Zungen sind gleich lang; bei der Weiche 1 : 9 mit Schienenprofil 8a beträgt die Zungenlänge 5,300 m, bei der Weiche 1 : 10 dagegen 6,100 m.

Die Fahrkante der gekrümmten Zunge im Ausweichgleis schließt sich nicht genau berührend an die gerade Fahrkante der Backenschiene an, wie es mit Rücksicht auf den möglichst stoßfreien Übergang der Fahrzeuge an der Zungenspitze wünschenswert ist, da letztere Art der Ausführung praktisch nicht durchführbar wäre; die Fahrkante der Zunge überschneidet vielmehr die Backenschiene (Abb. 128, S. 144).

Es entsteht somit zwischen der Backenschienenfahrkante und der diese schneidenden Krümmung ein Winkel β, den man durch Ziehen der Tangente im Schnittpunkte K (Zungenspitze) bestimmen kann. Dieser Winkel heißt

der **Anfallswinkel** und darf nicht kleiner als $^1/_2{}^0$ werden. Er ist bei der Weiche 1 : 9 zu 40′ festgelegt.

Die **gerade Zunge** wird an ihrer Spitze um das Maß der Spurerweiterung abgebogen, wodurch ein Knick in der Fahrschienenkante bei X entsteht. Bei Weiche 1:9 liegt X etwa 3,0 m, bei 1:10 etwa 3,42 m von S_1 entfernt (Abb. 129). Der bequemeren Ausführung und des besseren Anschlags wegen wird die gekrümmte Backenschiene für die Länge $S_1 X_1$ geradlinig ausgeführt.

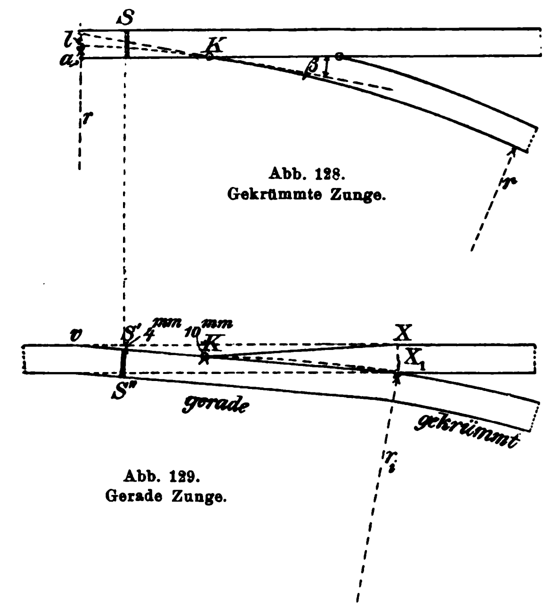


Abb. 128.
Gekrümmte Zunge.

Abb. 129.
Gerade Zunge.

Die Backenschiene erhält die Form der normalen Schienen. Ihre Länge ist größer als die der Zunge, z. B. bei Weichen 1:9 zu 7,50 m, bei Weichen 1:10 zu 8,30 m bestimmt. Der Stoß liegt ungefähr 1,00 m vor der Zungenspitze.

Die Stöße von Backenschiene und Zunge sind gegeneinander mindestens um einen Schwellenabstand zu versetzen und als schwebende Stöße auszuführen.

Da die Zungen von starken seitlichen Kräften auf Durchbiegung und auf Kanten beansprucht und durch die Bearbeitung infolge Abhobelns sehr geschwächt werden, wird ein niedriges, 100 mm hohes, jedoch breiteres Profil von **Hutform** mit breitem Fuße verwendet, wodurch gleichzeitig eine gute Auflagerung und günstigere Ausbildung der Zungenwurzel ermöglicht wird.

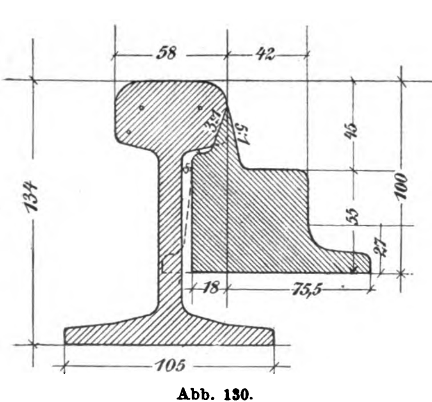


Abb. 130.

Zur Erzielung eines stoßfreien Übergangs werden die Zungen am vorderen Teile zugeschärft; gleichzeitig wird die Höhe an der Spitze derart verringert und die Zunge so geformt, daß sie vom Rade keine senkrechte Belastung erfährt, sondern nur zunächst die seitliche Führung desselben übernimmt. Zur weiteren Verstärkung der Zungenspitze und zum Verhüten des Federns wird die Backenschiene mit einer Neigung 3 : 1 unterschnitten

(Abb. 130), die Zunge kann somit unter letztere greifen; es entsteht dadurch eine unterschlagende Zunge.

Diese Anordnung hindert auch nach Möglichkeit ein Übertragen wagerechter oder senkrechter Kräfte von der Backenschiene auf die Zunge infolge der Reibung.

Der Übergang von der Spitze zum vollen Querschnitt erfolgt allmählich, und erst an der Stelle, wo die Spitze die nötige Stärke (etwa 30 mm) und ihr Querschnitt die erforderliche Tragfähigkeit zur Aufnahme der Radlasten besitzt, liegt die Oberkante der Zunge und die der Backenschiene in gleicher Höhe.

c. Die Unterstützung der Ablenkungsvorrichtung.

Die Zunge und Backenschiene werden durch eine gemeinsame, schmiedeeiserne, 13 mm starke Grundplatte (Weichenplatte) unterstützt, welche auf hölzernen oder eisernen Weichenquerschwellen befestigt wird. Diese Platte sichert die Lage aller Teile und erleichtert das Verlegen der Weiche, weil die ganze Ablenkungsvorrichtung bereits in der Werkstatt genau zusammengesetzt werden kann.

Die Backenschiene wird durch Klemmschrauben unmittelbar auf der Platte unverschieblich festgelegt. Die Zunge wird an dem Ende und zwar an ihrer Wurzel drehbar befestigt. Da eine weitere Unterstützung der Zunge jedoch erforderlich ist, so werden zwischen Spitze und Wurzel fluß- oder schmiedeeiserne Gleitplatten (Gleitstühle) auf die Weichenplatte aufgenietet, auf denen die Zunge die beim Umstellen erforderlichen, seitlichen Verschiebungen ausführen kann und dabei stets auf der vollen Fußbreite unterstützt ist. Die Stärke der Gleitplatten entspricht dem Höhenunterschiede zwischen der Backen- und der Zungenschiene.

d. Die Befestigung der Zunge an der Wurzel.

Die Befestigung der Zunge an der Wurzel stellt den wichtigsten und schwierigsten Bauteil der Ablenkungsvorrichtung dar. An diesem Punkte muß die Zunge sowohl gegen Verschiebung nach der Seite und in der Längsrichtung, sowie gegen Abheben gesichert sein. Dabei soll die Beweglichkeit der Zunge um die Wurzel als Drehpunkt und der gute Anschluß an die nächste Fahrschiene gewahrt bleiben, ferner soll eine Auswechselung leicht möglich sein.

Bei den preußischen Weichen wird die Wurzel

1. durch einen Drehzapfen mit lotrechter Achse (Abb. 131 a—g).
2. durch Laschenverbindungen (vgl. näheres unter Federweichen 2b)

gebildet.

Im ersteren Falle wird an der Zungenwurzel durch Behobelung ein Zapfen hergestellt. Dieser wird durch den Drehstuhl unterstützt, in welchen der Wurzelzapfen derart eingreift, daß zwei seitliche Backen des Drehstuhls ihn umfassen und eine Bewegung in seitlicher oder in der Längsrichtung verhindern. Ein Abheben der Zunge wird durch einen wagrecht eingetriebenen Keil, der in die Zungenwurzel und einen der Drehstuhlbacken beiderseits eingreift, vermieden. Das Herausfallen des Keils wird durch

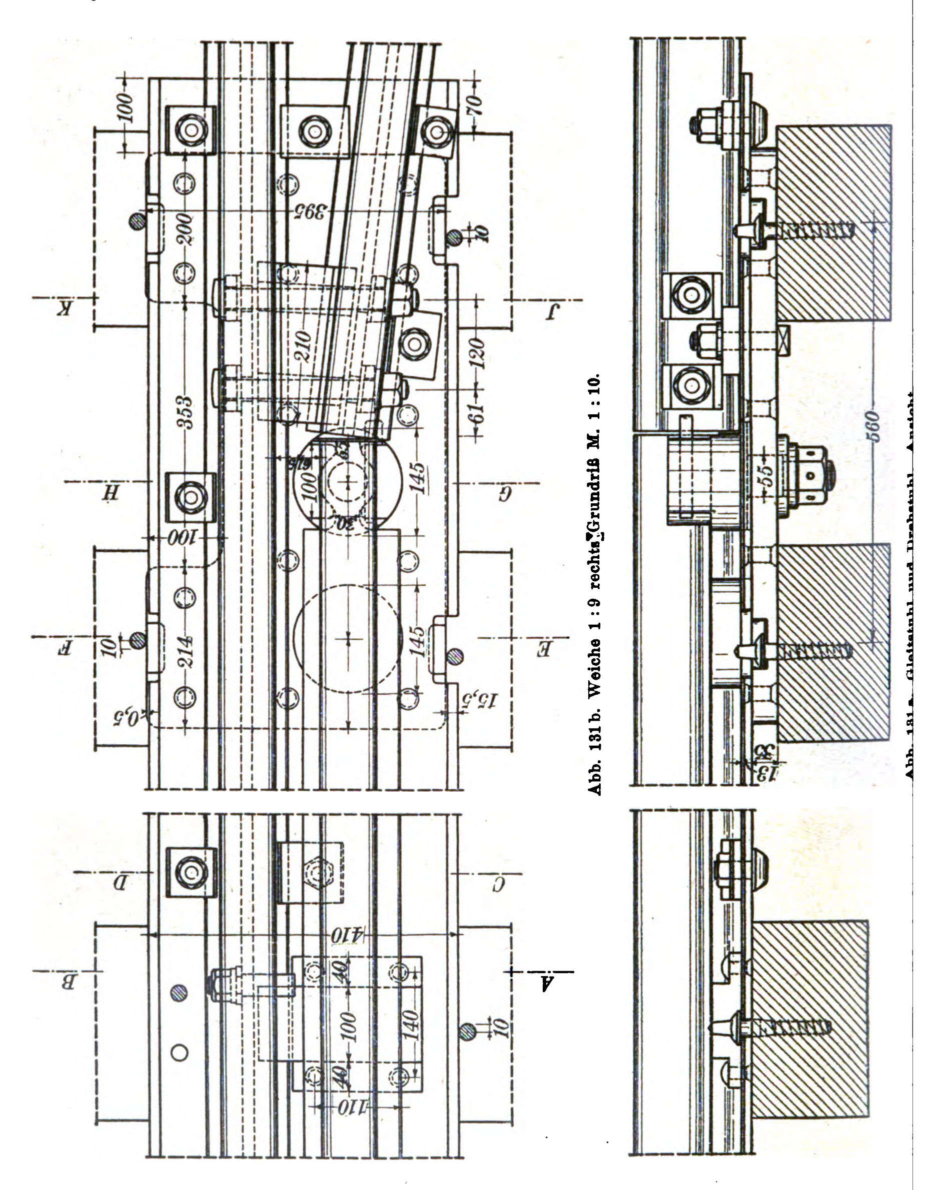


Abb. 131 b. Weiche 1 : 9 rechts, Grundriß M. 1 : 10.

Abb. 131 a. Gleitstuhl und Drehstuhl, Ansicht.

die vorstehenden Schraube der benachbarten Fahrschiene gehindert. Der Keil ermöglicht auch die Herstellung einer stetigen Fahrkante zwischen Zunge und Anschlußschiene (Abb. 132, S. 148).

Der Drehstuhl wird durch eine 35 mm starke, schmiedeeiserne Platte unterstützt, welche über beide Stoßschwellen des Zungenwurzelstoßes hinweggeht und so den ruhigen Übergang des Rades von der Wurzel auf die

folgende Fahrschiene sichert. Mit der über ihr liegenden Weichenplatte wird sie vernietet.

Da bei nicht genauem Anliegen der Zungen an den Backenschienen, also bei halbgeöffneten Weichen durch unrichtiges Einlaufen der Radkränze (Zweispurigfahren Abb. 133) die Zungen einer starken Überanstrengung und Verbiegung ausgesetzt werden können, so sind die Drehstuhlbacken so schwach gehalten, daß sie in diesem Falle früher abgeschert werden, als ein Beschädigen der Zungen eintritt.

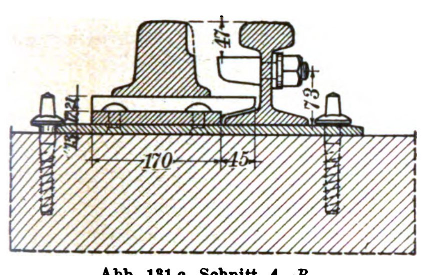


Abb. 131 c. Schnitt *A—B*.

Abb. 131 d. Schnitt *C—D*.

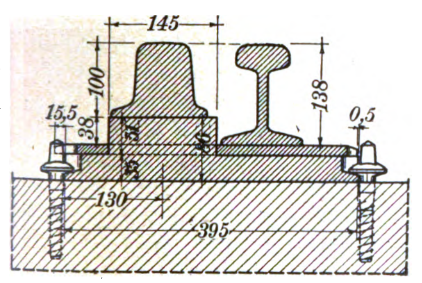


Abb. 131 e. Schnitt *E—F*.

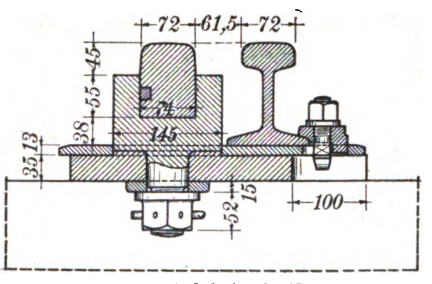


Abb. 131 f. Schnitt *G—H*.

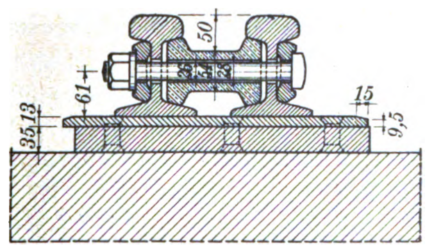


Abb. 131 g. Schnitt *J—K*.

Um das Auswechseln des zerstörten Drehstuhls zu erleichtern, wird dieser zurzeit mit der Grundplatte verschraubt und nicht mehr, wie früher, verschweißt. Ein zweiter zylindrischer Ansatz der Grundplatte dient als Gleitstuhl.

Die richtige Größe der Stoßlücke zwischen Zunge und Anschlußschiene wird durch einen Ansatz am Drehstuhl gewahrt, gegen welche letztere bei

Verschiebungen nach der Zungenwurzel zu anstoßen würde; durch ein zwischen Anschlußschiene und Backenschiene eingelegtes Futterstück wird die Spurrillenbreite an der Wurzel gesichert; gleichzeitig wird dadurch eine Vergrößerung der Stoßlücke und ein Wandern der Anschlußschiene erschwert, denn das mit 2 Bolzen an der Backenschiene befestigte Futterstück bewirkt eine Verankerung gegen diese. Eine weitere Festlegung erfolgt durch die in den eingeklinkten Schienenfuß eingelassene Klemmplatte zwischen den beiden Futterstückschrauben, welche mit ihrem Ansatz in die Weichenplatte eingreift.

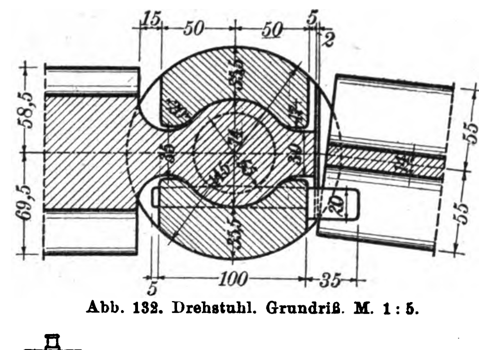


Abb. 132. Drehstuhl. Grundriß. M. 1 : 5.

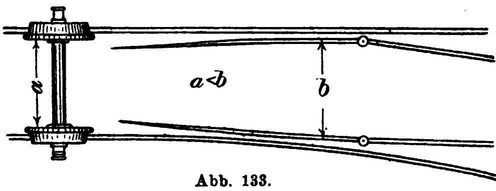


Abb. 133.

Die Form des Zapfens ist für die Dauer nicht geeignet, genügende Sicherheit gegen Längsverschiebungen zu bieten, welche bei Abnutzung der Druckfläche eintreten. Durch eine gute Schmierung kann die Abnutzung jedoch sehr verringert werden.

Als weiterer Nachteil ist zu bezeichnen, daß die Anschlußschiene nach Eintreten von Abnutzungen zwischen Anschlußschiene, Futterstück und Backenschiene beim Nachziehen der Verbindungsschraube aus ihrer ursprünglichen Richtung gebracht wird und so am gefährlichsten Punkte der Weiche, dem Zungendrehpunkte, ein seitlicher Absatz entsteht, der infolge der dadurch ermöglichten, erheblichen Stöße auf die Lebensdauer der Weiche sehr ungünstig einwirkt.

e. Die Spursicherung der Weiche.

Da infolge der großen Krümmung des Ausweichgleises starke seitliche Kräfte auf die Zunge ausgeübt werden, muß für genaue Einhaltung der vorgeschriebenen Spurweite Sorge getragen werden. Es geschieht dies vor allem durch ein kräftiges Zungenprofil, gute Sicherung der Zungenwurzel und durch Heranziehung der Backenschiene zur seitlichen Unterstützung vermittels der an letzterer angeschraubten Stützknaggen (s. Abb. 131c, S. 147).

f. Die Stellvorrichtung.

Die Stellvorrichtung dient zum Umstellen der Weiche. Sie soll den festen Anschluß der Zunge an die Backenschiene herstellen und sichern, jedoch soll sie auch bei unrichtiger Stellung während der Fahrt nach der Spitze eine Verschiebung der Zunge durch das Rad (das Aufschneiden der Weiche) gestatten.

Die Stellvorrichtung besteht aus der Schubstange, welche einerseits an der Verbindungsstange der Zungenspitzen angreift, andrerseits an den Stellhebel angeschlossen ist.

Der Stellhebel trägt das Gegengewicht, welches die Zunge an die Backenschiene in der Endlage fest anpressen soll. Das Gegengewicht kann überschlagend oder rückschlagend sein. Überschlagende Gegengewichte gehen beim Aufschneiden der Weiche in eine neue Endlage über, die Weiche wird umgestellt; rückschlagende fallen nach dem Aufschneiden in ihre alte Lage zurück; hierbei wird die Weiche nicht umgestellt, sondern jede nachfolgende Achse eines nach der Weichenspitze laufenden Fahrzeuges muß die Weiche von neuem aufschneiden, wodurch starke, für die Zungen schädliche Stöße entstehen (Preußische Anordnung). Auch kann ein zweispuriges Fahren eintreten, sobald nach Aufschneidung der Weiche das betreffende Fahrzeug unmittelbar wieder zurückgesetzt und eine Achse desselben sich bereits vor der Weichenspitze befunden hat.

Der Stellhebel ist seitlich außerhalb des Normalprofils auf einer verlängerten Weichenschwelle aufgestellt. Um die Zunge nicht zu schwächen, umklammert die Schubstange mittels eines durch einen Keil nachstellbaren Ansatzes den Zungenfuß.

Wichtige Weichen erhalten zur weiteren Sicherung Spitzenverschlüsse, bei denen beide Zungen nicht gleichzeitig, sondern nacheinander bewegt werden.

Druckschienen, Sperrschienen sollen den Zungenanschluß während der Durchfahrt der Zungen sichern.

Riegelrollen dienen zum Verriegeln der Weichen und verhindern ein unbefugtes Umstellen der Weiche (vgl. Teil II, S. 94 u. 95).

g. Die Weichensignale.

Die Stellvorrichtung wird bei allen wichtigen Weichen mit Signalen versehen, durch welche bereits auf größere Entfernung (etwa 300 m) die Stellung der Weichen ersichtlich gemacht wird. In Preußen werden Signallaternen verwendet, welche derart mit dem Weichenbock verbunden sind, daß sie bei Umlegung der Weichen sich um 90° drehen und so verschiedene Signalbilder zeigen.

Bei Stellung auf das gerade Gleis zeigen die Laternen nach beiden Seiten viereckige Scheiben mit klarem, durchsichtigem Glas. Bei Stellung der Weichen auf Ablenkung, beim Befahren gegen die Spitze einen weißen Pfeil im Sinne der Ablenkung, für die Ausfahrt aus dem krummen Strang nach der Spitze einen weißen Kreis; die weiße Farbe wird durch Milchglas hergestellt.

Die Signalbilder sind bei Tag und bei Nacht gleich; bei Dunkelheit findet eine Beleuchtung im Innern der Signallaterne statt.

Die Weichenlaternen dürfen nicht in das Normalprofil des lichten Raumes hineinragen und werden am besten dicht über Schienenoberkante angebracht, da sich bei dieser Anordnung die Zusammengehörigkeit von Signal und Weiche am besten beurteilen läßt.

2. Das Herzstück und die Radlenker.

a. Allgemeine Anordnung.

Da am Herzstück die Fahrstränge auf die Länge der Herzstücklücke für den Durchgang der Räder unterbrochen werden müssen, so ist zur Wahrung vollständiger Betriebssicherheit für geeignete Vorkehrungen zur sicheren Führung der Räder beim Überschreiten der Lücke Sorge zu tragen.

Ein Ausweichen in senkrechter Richtung wird dadurch verhindert, daß der Radflansch über die abgebogenen Flügelschienen läuft und durch diese mindestens so lange unterstützt wird, bis die Herzstückspitze zur Aufnahme der Radfläche und des Raddruckes geeignet ist. Die Herzstückspitze ist in ihrem vorderen Teile etwas abgestumpft, so daß sie erst an der Stelle tragend in Frage kommt, wo ihre Breite derart ist, daß mit Sicherheit die senkrechte Unterstützung des Rades durch sie übernommen werden kann. Sie wird in ihrer Höhe durch Abschrägung vermindert, um ein sanftes Überleiten der Räder von der Flügelschiene auf das Rad zu ermöglichen (Abb. 134).

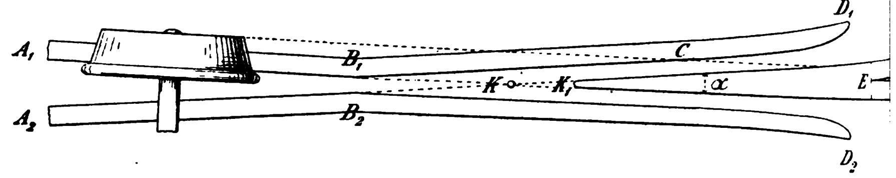


Abb. 134.

Die Führung in seitlicher Richtung und damit das sichere Einleiten in die in Frage stehende Spurrille am Herzstück wird durch den Radlenker (Zwangsschiene) übernommen, welcher die inneren Radreifenflächen der auf den nicht unterbrochenen Gleissträngen entlangrollenden Räder führt, so daß seitliche Ausweichungen des am andern Achsenende befindlichen Rades am Herzstück und ein Auflaufen auf die Herzstückspitze unmöglich gemacht werden.

Die Innenkante der Zwangsrille am Radlenker heißt die Leitkante; der Abstand derselben von der gegenüberliegenden Herzstückspitze soll nach T. V. § 40 auch bei Abnutzung nicht weniger als 1392 mm betragen.

Die Zwangsrillenbreite zwischen Fahrschiene und Radlenker beträgt gegenüber der führungslosen Stelle je nach dem Kreuzungswinkel 1 : 9 bzw. 1 : 10 auf 1,0 bzw. 1,2 m Länge 41 mm; an den Enden der Radlenker erweitert sie sich auf 75 mm, um ein sicheres und sanftes Einlaufen der Räder herbeizuführen.

Die Weite der Spurrille zwischen Herzstück und Flügelschiene beträgt 49 mm; die Verminderung gegen das eigentlich nachgewiesene Maß von 58 mm (vgl. S. 141) ist zulässig, da die Flügelschiene gegen seitliche Stöße widerstandsfähiger ist als die Zunge; auch ist sie mit Rücksicht auf die dadurch herbeigeführte Verkürzung der Herzstücklücke sehr erwünscht. Die Flügelschiene wird ebenfalls zur Herbeiführung eines sicheren, sanften Einlaufs abgebogen.

b. Die bauliche Ausbildung.

I. *Das Herzstück.*

Für die Herzstücke gelangen an Ausbildungsformen zur Verwendung:

1. Gegossene oder Blockherzstücke, früher aus Hartguß, jetzt meist aus Flußstahl.
2. Zusammengesetzte oder Schienenherzstücke:
   a. solche mit eingelegter Flußstahlherzstückspitze (Preußische Norm),
   b. solche, welche ganz aus gewöhnlichen Schienen bestehen.

Die Blockherzstücke sind bislang meist in Anwendung gewesen.

Nachteile: Sie erfordern ruhenden Stoß, befahren sich sehr hart und benötigen besondere Laschenformen; vor der Herzstückspitze ist ein Stoß der Fahrschiene nötig. Bei Beschädigung einzelner Teile werden sie unbrauchbar und müssen durch neue ersetzt werden. Sie rufen eine Ungleichartigkeit im Gestänge hervor, auch setzen sich leicht Eis und Steine in den Rillen fest, und es entstehen so Betriebsgefahren.

Diese Nachteile werden vermieden durch die zusammengesetzten Schienenherzstücke mit eingelegter Flußstahlspitze (Abb. 135 a—f). Diese befahren sich sanft und ruhig, da sie eine größere Elastizität besitzen als die gegossenen, die einzelnen Teile sind auswechselbar, ihre Erhaltung also billiger; der Schienenstoß vor der Herzstückspitze wird vermieden, dadurch die Sicherheit erhöht, die Anwendung des schwebenden Stoßes ist möglich. Mit Rücksicht auf diese vielen Vorteile werden diese Herzstücke auf den preußischen Bahnen durchweg eingebaut.

Die Herzstücke, welche ganz aus gewöhnlichen Schienen durch Behobelung hergestellt werden, gestatten noch ein Vermeiden des Schienenstoßes hinter der Herzstückspitze, sie hatten aber bislang nicht die große Widerstandsfähigkeit wie die mit eingelegter Flußstahlspitze. Neuerdings sind sie jedoch beim Verlegen von Federweichen (s. S. 153) wieder in Aufnahme gekommen und sollen sich gut bewähren.

Auch werden Herzstücke mit beweglicher Flügelschiene nach amerikanischem Muster auf den preußisch-hessischen Bahnen verlegt. Sie sind für Weichen bestimmt, die im geraden Strange von Schnellzügen ohne Geschwindigkeitsermäßigung befahren werden, und deren abzweigendes Gleis wenig benutzt wird. Die 5,25 m lange bewegliche Fahr- und Flügelschiene wird durch eine Feder gegen die Herzstückspitze gedrückt, so daß die Herzstücklücke für das Hauptgleis geschlossen ist. Beim Befahren des Nebengleises wird diese Schiene durch die Spurkränze zur Seite geschoben, wobei die Verlaschung mit der anschließenden Schiene den Drehpunkt bildet.

Die Tiefe der Spurrille des Herzstückes ist bei der preußischen Norm auf 50 mm bemessen, so daß bei größter zulässiger Abnutzung der Schienen die vorgeschriebene Spurrillentiefe von 38 mm noch vorhanden ist. Eis, Schnee und andere Körper, welche in die Spurrille hineingeraten, können bei dieser Tiefe nicht so leicht schädlich einwirken.

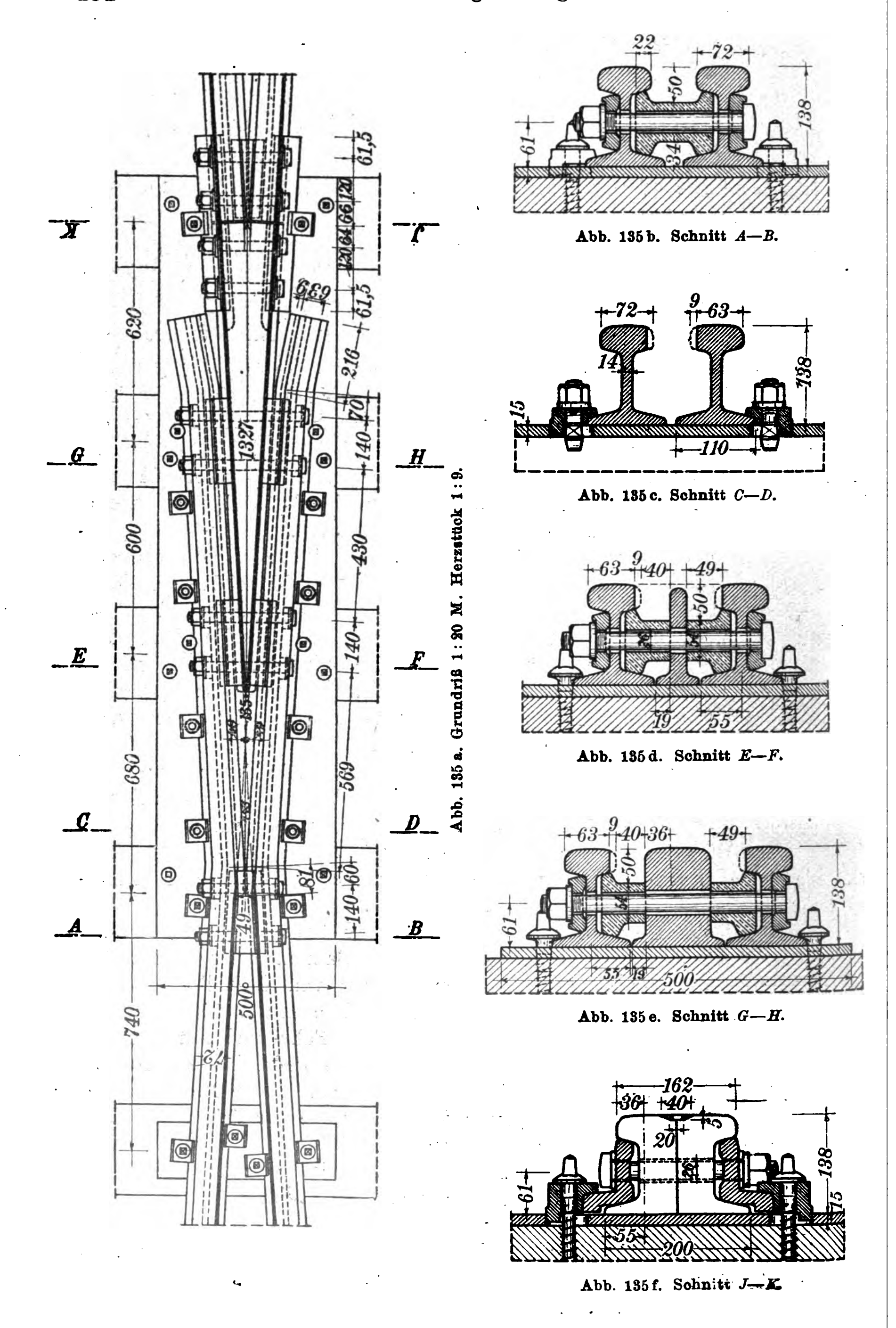


Abb. 135 a. Grundriß 1 : 20 M. Herzstück 1 : 9.

Abb. 135 b. Schnitt A—B.

Abb. 135 c. Schnitt C—D.

Abb. 135 d. Schnitt E—F.

Abb. 135 e. Schnitt G—H.

Abb. 135 f. Schnitt J—K.

II. *Die Radlenker.*

Die Radlenker sind 3,5 m lang und aus einem winkelförmig gewalzten Eisen hergestellt. Wegen der gegen sie wirkenden seitlichen Raddrücke müssen sie mit der Backenschiene fest verbunden werden; dies geschieht durch 4 Gußklötze mit je 2 auf Zug beanspruchten Schrauben.

Um das Wandern der Radlenker stark befahrener Weichen zu verhindern, müssen die Schraubbolzen gegen Losrütteln gut versichert werden; man verwendet daher kräftige Bolzenstärken, wodurch breite Bundmuttern erzielt werden. Außerdem legen sich die Bolzenköpfe gegen eingespannte Unterlagsplatten. Die Radlenker werden bisweilen gegen die Fahrschiene erhöht angeordnet.

3. Der Weichenbogen.

Der Weichenbogen schließt sich an die Zungenwurzel an und reicht bis zur Herzstückgeraden.

Der Halbmesser desselben muß, sofern schnellfahrende Züge die Weiche durchlaufen, $\geqq$ dem zulässigen kleinsten Halbmesser, also $r \geqq 180$ m sein; in Nebengleisen kann er geringer gewählt werden (vgl. auch S. 30).

b. Die Federweichen.

Die verwickelte und umständliche, aus einer großen Anzahl Teile bestehende Anordnung des Drehstuhls der Normalweichen wird jetzt durch Weichen mit federnden Zungen vermieden.

Für diese Zungen wird ebenfalls ein Hutquerschnitt von 100 mm Höhe verwendet, welcher jedoch durch Umpressen an dem Wurzelende in die

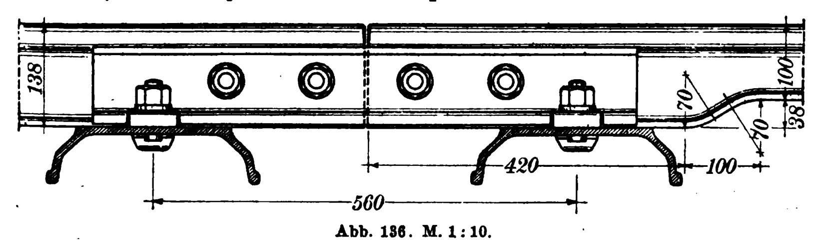


Abb. 136. M. 1:10.

Form der gewöhnlichen Fahrschiene (Form 8a) gebracht wird. Der Übergang erfogt auf 100 mm Länge mit einem Halbmesser von 70 mm, so daß die Form 8a auf 420 mm Länge vorhanden ist. An Stelle des Drehstuhls kann somit eine gewöhnliche Laschenverbindung mit im ganzen 4 Bolzen ausgeführt werden. Die Stoßschwellen liegen dabei in 560 mm Entfernung (Abb. 136).

Zur Erzielung der federnden Wirkung der Zunge, welche derart sein muß, daß ein Umstellen der Weiche sich ermöglichen läßt, wird das Schienenprofil auf 870 mm Länge durch Ausfräsen derartig geschwächt, daß die Stegbreite von 58 mm auf 32 mm und die Fußbreite von 140 mm auf 75 mm vermindert wird (Abb. 137, S. 154). Der Übergang zur federnden Stelle geschieht

beiderseits auf 250 mm Länge. Die federnde Stelle hat somit eine Gesamtlänge von 1,370 m Länge. Sie wird auf 2,52 m durch einen Lager-

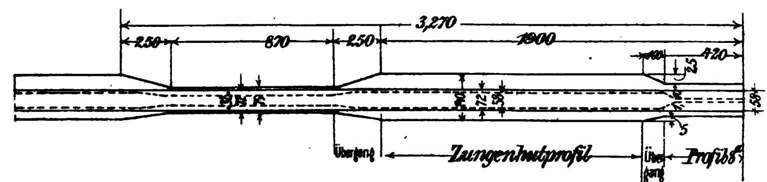


Abb. 137. Zungenwurzel der Federweichen.

stuhl unterstützt (Zungenplatte), dessen Vorderkante beim Beginn des Übergangs liegt, also 3,27 m vom Zungenende entfernt. Hinter dem federnden Teil wird die Zunge in der entsprechend geformten Zungenplatte durch je 4 Hakenschrauben nebst Klemmplatten fest eingespannt. Die Zungenplatte ist ihrerseits mit der Schwelle unverrückbar verbunden und reicht in der Regel über fünf Schwellen.

Beide Zungen haben gleiche Länge, dieselbe ist bei Weichen 1 : 9 gewählt zu 10,0 m, bei Weichen 1 : 10 zu 10,60 m; die Backenschienen sind 9,36 bzw. 10,44 m lang. Der Stoß der letzteren liegt 1,036 m bzw. 0,980 m von der Zungenspitze entfernt. Für das sichere Anliegen der Zungen an den Backenschienen ist durch einen geeigneten Spitzenverschluß Sorge zu tragen. In der Fahrlage legen sich die Federzungen außer an die Backenschiene noch an verschiedene an dieser angebrachte Stützknaggen an und liegen sonst frei auf Gleitstühlen, die auf den Schwellen ruhen.

Die übrige Ausbildung ist die gleiche wie bei der Normalweiche.

Vorteile: Infolge der festen Verbindung der Zungen mit den Anschlußschienen und mit den unverrückbar auf den Schwellen gelagerten Zungenplatten werden die Brems- und Zugkräfte wirksam aufgenommen und so Längsverschiebungen vermieden. Hierdurch und durch den Fortfall des gelenkartigen Wurzelstoßes, der sonst z. B. bei der Anordnung mit Drehstuhl, die schwächste Stelle der Weiche bildet, wird die Hauptursache des starken Verschleißes der Weiche beseitigt, daher werden auch die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten der Federweichen sehr gering. Außerdem wird ein sicherer Spitzenverschluß gewährleistet, da Längsverschiebungen fast unmöglich sind. Etwa zweispurig in die Weiche einfahrende Fahrzeuge bringen in der Regel keine wesentlichen Zerstörungen oder Verbiegungen an der Weiche hervor. Die Weichen sind nach dem Aufgleisen der bei Gabelfahrten entgleisten Fahrzeuge sofort wieder fahrbar, während bei anderen Weichenarten kostspielige und zeitraubende Auswechslungen nötig werden (s. Ausführliches Organ f. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1911 S. 138 u. fgd.).

Die Weichen mit federnden Zungen haben sich bislang gut bewährt und sind unter die auf den preußischen Bahnen üblichen Formen aufgenommen worden.

c. Die Ausführung der Weichenanlagen.

A. Die Anordnung der Weichenschwellen.

Die Weichen erhalten in Preußen zur Auflagerung hölzerne oder eiserne Querschwellen.

Die eisernen Querschwellen haben den Vorteil, daß die Verlegung der Weichen leichter, rascher und genauer geschehen kann; der Betrieb ist ein sichererer, und das Befahren wegen der besseren Befestigung ein ruhigeres als bei Holzschwellen. Als Nachteil ist die im Vergleich zu letzteren größere Zerstörung der Eisenschwellen bei Entgleisungen zu bezeichnen.

Die eisernen Weichenquerschwellen besitzen eine obere Breite von 20 cm, eine untere von 28 cm, sind also gegen die gewöhnlichen erheblich verbreitert; jede der Schwellen erhält eine besondere Nummer mit Angabe, sofern nötig, ob sie für die Rechts- oder Linksweiche zu verwenden ist (z. B. 6R bis 29R; 49R). Diese Unterscheidung ist für alle Schwellen erforderlich, die einer besonderen Lochung bedürfen.

Die hölzernen Weichenschwellen sollen besonders kräftige Abmessungen und große Auflagerbreiten besitzen. Sie müssen auf der ganzen Länge von tadelloser Beschaffenheit, ihre Lagerfläche soll vollkantig sein. Die Mindestauflagerbreite für die Schienen soll 20 cm betragen (vgl. S. 61). Bei ungleicher Größe der beiden Waldkanten darf dieselbe in wagrechter Richtung nicht breiter als 4 cm sein; in der Höhenrichtung sind für die Waldkanten keine größeren Maße als in der Breitenrichtung gestattet. Die besten Schwellen sind an dem Stoß, an der Zungenspitze und Zungenwurzel und für das Herzstück zu verwenden.

Die Schwellen werden im allgemeinen rechtwinklig zum Stammgleise angeordnet, jedoch vom Stoße vor dem Herzstück ab, beginnend mit den beiden dort nötigen Stoßschwellen, erfolgt die Verlegung senkrecht zur Mittellinie des Herzstückes. Diese Verlegungsart setzt sich hinter dem Herzstück noch so weit fort, bis der Abstand der auseinanderlaufenden Gleise groß genug ist, um für jedes eine besondere Schwellenlage in gewöhnlicher Weise ausführen zu können. Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen erfolgt mit den üblichen Befestigungsmitteln; bei Holzschwellen werden gerade Unterlagsplatten (Hakenform) verlegt, welche bei Eisenquerschwellen jedoch fortfallen.

B. Die Schienenteilung.

Die Schienenteilung der Weichengleise ist so zu wählen, daß nach Möglichkeit nur die regelmäßigen Schienenlängen eingebaut, und kurze Paßstücke unter 3 m Länge vermieden werden.

Die vorkommenden Stöße sind, bis auf den festen Stoß an dem Herzstückspitzende, sämtlich als schwebende Stöße ausgebildet; auch fallen die Stöße beider Weichengleise, soweit wie möglich, zwischen die gleichen Stoßschwellen.

Hinter dem Herzstück wird bei der preußischen Norm für jede Richtung eine Paßschiene eingelegt, wodurch ermöglicht wird, daß die Schienenstöße beider Gleise wieder in Übereinstimmung gebracht, und von da ab die Schienenteilungen regelmäßig und für beide Gleise unabhängig voneinander ausgeführt werden können. In der Regel kann eine folgende, neue Weiche erst an dem Paßschienenende beginnen (Ausnahme bei der Doppelweiche s. u.).

Das Einlegen einer Krümmung unmittelbar hinter dem Stoß des Herzstückes ist jedoch zulässig (vgl. Abb. 127, S. 141).

C. Das Merkzeichen.

Nach § 21 der B. O. muß zwischen zusammenlaufenden Gleisen ein Merkzeichen (Sperrzeichen, Polizei- oder Distanzpfahl) angebracht sein, das angibt, bis wohin ein Gleis durch Fahrzeuge besetzt werden kann, ohne daß die Bewegungen von Betriebsmitteln auf dem anderen Gleise gefährdet werden.

Dieses Merkzeichen wird bei der einfachen Weiche hinter dem Herzstück an der Stelle, wo die Entfernung der Gleismitten auf Bahnhöfen 3,5 m beträgt, angebracht; bei Anschlußweichen auf freier Strecke ist dieses Maß in der Regel auf 4,0 m erhöht.

Die Merkzeichen sollen auch bei Schneefällen sichtbar bleiben, den Verkehr nicht hindern und widerstandsfähig gegen Beschädigungen sein. Sie liegen wegen der geringeren Gefährlichkeit für die Bahnbediensteten nicht in der Mitte zwischen den beiden in das Herzstück führenden Schienen, sondern an der Schienenaußenseite. Meist werden Porzellanglocken mit eingebrannten weißen und roten Farben verwendet, die leicht und gut gereinigt werden können, auch solche von Gußeisen, die mit Schmelzfarben überzogen sind, werden eingebaut; die Glocken sitzen auf eichenen, zur Fäulnisverhinderung getränkten Pfählen von etwa 60 cm Länge und werden im Abstande von mindestens 15 cm von der Fahrkante in Schienenkopfhöhe angebracht. Sie stehen zwischen 2 Schwellen und sind mit den Schienen nicht verbunden.

D. Weichenlänge und Darstellung der Weichen.

Unter Weichenlänge versteht man das Maß vom Schienenstoß an der Weichenspitze bis zum Ende des Herzstücks.

Bezeichnet man die Entfernung des Weichenmittelpunktes M vom erstgenannten Schienenstoß mit a, vom Herzstückende mit b, so wird $w = a + b$ (vgl. Abb. 138).

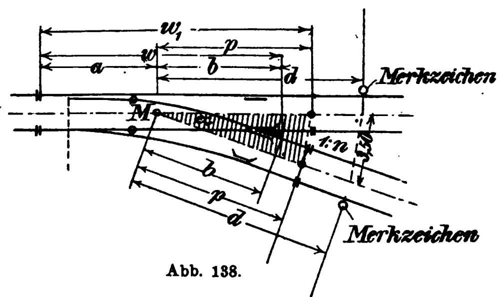


Abb. 138.

Unter der ganzen Baulänge einer Weiche versteht man die Entfernung vom vorderen Stoße der Backenschiene bis zum Gleisstoße hinter dem Herzstück am Paßschienenende.

Ist der Abstand vom Weichenmittelpunkte bis zum letztgenannten Stoße $= p$, so ist die Gesamtlänge einer einfachen Weiche $w_1 = a + p$.

Dieses Maß wird auch bei der Darstellung der Weichen in Gleisplänen benutzt.

In den Bahnhofsplänen werden die Gleis- und Weichenanlagen nur mit den Mittellinien der Gleise wie folgt eingezeichnet:

Der Stoß vor der Zungenspitze wird durch einen Querstrich, der Stell-

bock der handbedienten Weichen durch einen Strich mit Kreis angedeutet, fehlen die Weichenböcke, wie bei fernbedienten Weichen, so fällt diese Bezeichnung fort. Die beiden Gleisachsen schneiden sich im Weichenmittelpunkte, der am besten durch einen kleinen Kreis, auch wohl durch einen senkrechten Strich bezeichnet wird. Das Ende der gleichen Seiten des schraffierten Dreiecks bedeutet den Stoß am Ende der Paßschiene (Abb 139). In Abbildung 140 ist das Herzstückende durch das Ende des im schraffierten Dreiecke liegenden schwarzen Dreiecks angedeutet. Diese Darstellung ist in

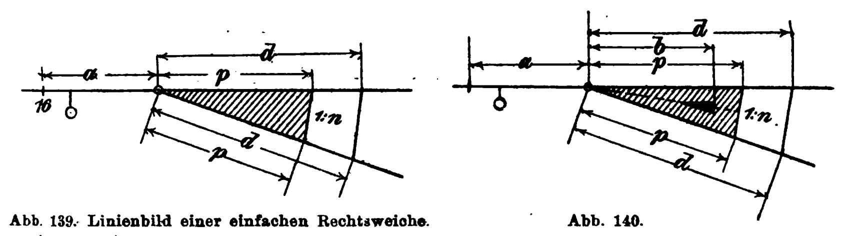


Abb. 139. Linienbild einer einfachen Rechtsweiche. Abb. 140.

Preußen nicht vorgeschrieben, sondern die der Abb. 139. Die Stelle des Merkzeichens wird durch einen beide Gleise verbindenden Strich im Abstande d vom Weichenmittelpunkte bezeichnet.

Das Herzstück- oder Kreuzungsverhältnis ist zwischen den zusammenlaufenden Gleismitten einzuschreiben. Jede Weiche erhält eine Nummer, die bei einfachen Weichen neben dem Stoße vor der Zungenschiene einzuschreiben ist.

Die Dreiecke sind bei handbedienten Weichen zu schraffieren, bei fernbedienten anzulegen.

E. Abstecken und Verlegen der Weiche.

Zur Absteckung der Weiche bedarf es zunächst der Festlegung des Weichenmittelpunktes M; dann ist mittels des für jede Weichenanordnung bekannten Maßes a der Anfang der Weiche und mittels des Maßes b das Ende des Herzstückes, mittels p das Ende der Weiche in beiden Strängen festzulegen.

Es folgt dann: Verlegung der Weichenschwellen, Einrücken des Herzstückes, Einbauen der daranschließenden Stränge des Stammgleises nebst Zunge, des äußeren Stranges des Ausweichgleises nebst Zunge und Fertigstellung der Anordnung durch Einfügen der übrigen Stränge, der Radlenker, der Stellvorrichtung und der Merkzeichen.

3. Die einfache Weiche ohne Unterbrechung der Hauptgleise.

Da auf eine ununterbrochene Durchführung der Hauptgleise der Haupt- und Nebenbahnen auf der freien Strecke großer Wert zu legen ist, so benötigt die Ablenkung in ein Anschlußgleis bei Beachtung dieser Forderung besondere Vorrichtungen, die man Kletterweichen nennt.

Die von Blauel konstruierte Kletterweiche, bei welcher der Anschluß an die Fahrschienen der durchgehenden Bahn durch eine innere und eine äußere Zunge bewirkt wird, hat vielfach Verwendung gefunden. Die innere

Zunge ist in der üblichen Weise verschiebbar, die äußere um ein Gelenk drehbar und um 90° umlegbar.

Beide Zungen liegen mit ihren Spitzen in Höhe der Fahrschiene und steigen derart an, daß die Räder eines im Ausweichgleis laufenden Fahrzeuges über die Fahrschiene des Stammgleises hinweggeführt werden.

II. Die übrigen Weichenarten und die Kreuzungen.

1. Allgemeines und Darstellung.

a. Die Doppel- und Zweibogenweichen.

A. Die Doppelweiche.

Zweigen aus einem geraden Stammgleis entweder unmittelbar nebeneinander oder dicht hintereinander eine Rechts- und eine Linksweiche ab, so entsteht eine Doppelweiche, welche im ersten Falle eine dreischlägige oder symmetrische Doppelweiche, im zweiten Falle eine unsymmetrische, verschränkte Doppelweiche, auch Folgeweiche genannt wird.

Doppelweichen gestatten eine raschere Gleisentwicklung als einfache Weichen und werden da angewendet, wo bei beschränktem Raume eine möglichst große nutzbare Gleislänge erzielt werden soll.

1. Die symmetrische und dreischlägige Doppelweiche.

Die dreischlägige Weiche (Abb. 141) hat den Nachteil, daß je ein Zungenpaar nebeneinander liegt; dadurch wird eine Verschwächung und

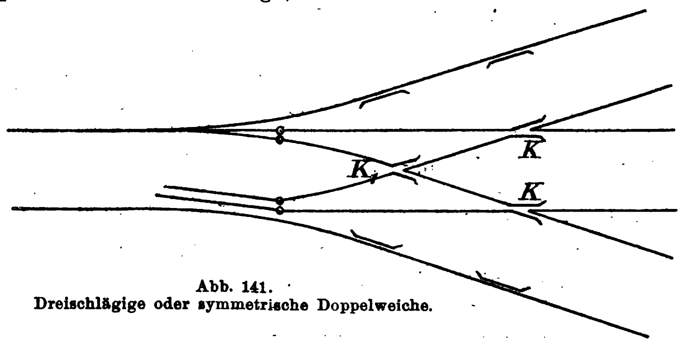


Abb. 141.
Dreischlägige oder symmetrische Doppelweiche.

kostspielige Unterhaltung der Zungen bedingt, auch würden andere Zungenformen als bei der Normalweiche erforderlich werden. Ferner fehlen die Zwangsschienen im Stammgleise für die gerade Fahrrichtung gegenüber den Herzstücken K, wodurch eine Betriebsunsicherheit entsteht; deshalb sind diese Weichen nicht in die preußischen Normen aufgenommen worden. Linienbild s. Abb. 142.

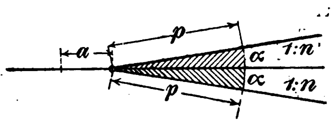


Abb. 142. Linienbild der symmetrischen Doppelweiche.

2. Die zweiseitige verschränkte Doppelweiche.

Bei der im zweiten Falle getroffenen Anordnung gehen vom Stammgleise nach verschiedenen Richtungen zwei aufeinanderfolgende Weichen ab; daher bezeichnet man diese Weichen auch als zweiseitige verschränkte Doppelweichen (Abb. 143).

Die Lenkvorrichtungen derselben werden so nahe aneinandergerückt, daß die Umstellung der Zungen noch möglich ist.

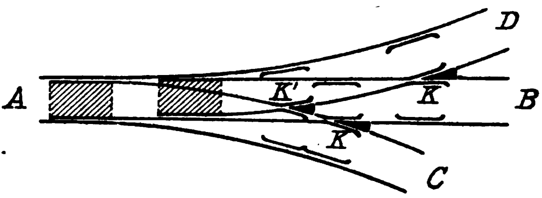


Abb. 143. Zweiseitige verschränkte Doppelweiche.

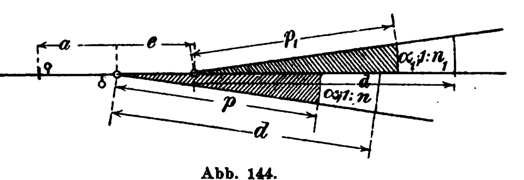


Abb. 144.
Linienbild der zweiseitig verschränkten Doppelweiche.

Je nachdem die zuerst abgehende Weiche eine Rechts- oder Linksweiche ist, unterscheidet man eine zweiseitige Doppelweiche rechts oder eine zweiseitige Doppelweiche links. In die preußischen Normen sind sowohl die Kreuzungsverhältnisse 1 : 9 wie 1:10 aufgenommen (Benennung z. B.: zweiseitige Doppelweiche 1 : 9 rechts, vgl. Abb. 143). Linienbild s. Abb. 144.



Hierbei werden die gewöhnlichen Zungen und zwei Normalherzstücke angewendet, ein unsymmetrisches, drittes Mittelherzstück ist erforderlich mit einem größeren Herzstückverhältnis 1 : 5,894. Die beiden Zweiggleise haben dieselbe Krümmung wie bei der Normalweiche, die Krümmung wird durch das dritte Herzstück durchgeführt.

3. Die einseitige verschränkte Doppelweiche.

Zweigt aus dem gekrümmten Gleise einer einfachen Weiche eine weitere einfache Weiche nach derselben Seite ab, so entsteht eine

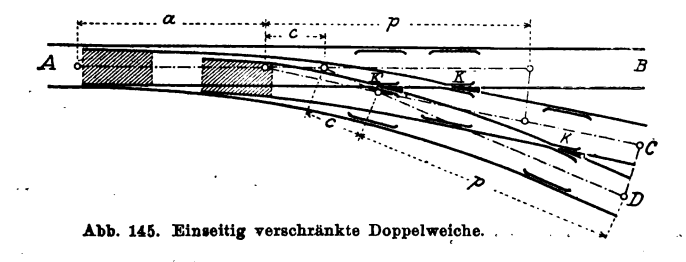


Abb. 145. Einseitig verschränkte Doppelweiche.

einseitige verschränkte Doppelweiche. Dieselbe kann wiederum eine solche nach rechts oder nach links sein.

Die **Zieglersche Weiche** ist eine einseitige verschränkte Doppelweiche 1 : 10 unter Verwendung der regelmäßigen, der einfachen Weiche 1 : 9 angehörenden Lenkvorrichtungen, sowie zweier Normalherzstücke 1 : 10 und

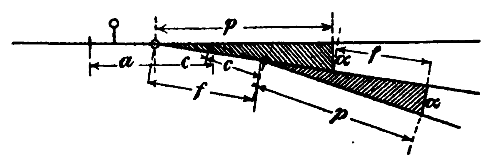


Abb. 146. Linienbild der einseitig verschränkten Doppelweiche.

einem Mittelherzstück 1 : 8 (Abb. 145). Linienbild s. Abb. 146. Sie hat den großen **Vorteil**, daß bei ihrer Verwendung bei Entwicklung vieler Gleise erheblich an Raum und an unausnutzbarer Gleislänge gespart wird, sowie daß besondere Bauteile für sie nicht nötig werden.

B. Die Zweibogenweichen.

Die Zweibogenweichen entstehen aus den verschränkten Doppelweichen durch **Fortlassung des geraden Stranges.** Sie werden vielfach dann angeordnet, wenn in gekrümmten Gleisen nachträglich Weichen eingelegt werden sollen.

1. Die zweiseitige Zweibogenweiche.

a. Die unsymmetrische zweiseitige Zweibogenweiche.

Läßt man bei der zweiseitigen verschränkten Doppelweiche den geraden Strang weg, so ergibt sich die **unsymmetrische** (verschränkte), **zweiseitige oder konvexe Zweibogenweiche** (auch kurz Zweibogenweiche genannt).

Sie wird sowohl als solche rechts als auch links mit einem Kreuzungsverhältnis 1 : 9 und 1 : 10 ausgeführt; sie besitzt also die Zungenvorrichtung

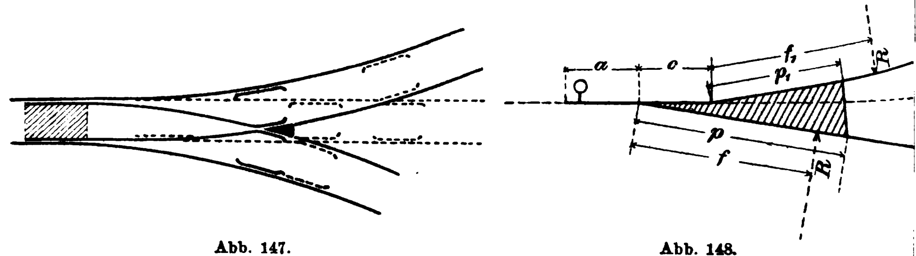


Abb. 147. Unsymmetrische zweiseitige Zweibogenweiche.

Abb. 148. Linienbild der zweiseitigen Zweibogenweiche.

der einfachen Weiche, hinter der Zunge ist jedoch das Stammgleis gekrümmt und nicht wie bei einfachen Weichen gerade ausgebildet (Abb. 147). Liniendarstellung s. Abb. 148. Die Krümmung des Mutterstranges und der Ablenkung wird durch das Herzstück durchgeführt.

b. Die zweiseitige Weiche mit großem Halbmesser.

Dieselbe entsteht dadurch, daß aus einem geraden Strang oder von einer kurzen Tangente eines gekrümmten Gleises eine Weiche mit der üblichen Zungenvorrichtung 1 : 10 abgeht und nach rechts und

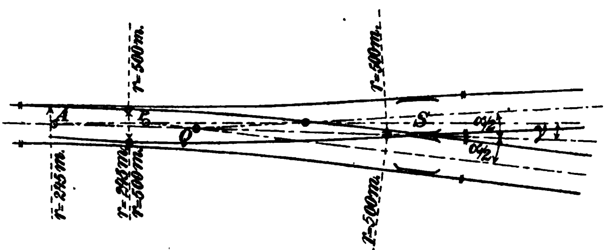


Abb. 149. Zweiseitige Weiche mit großem Halbmesser.

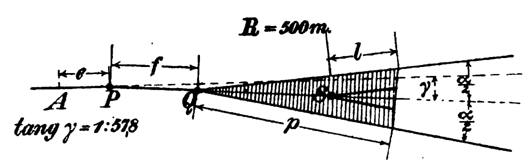


Abb. 150. Linienbild der einseitigen Weiche mit großem Halbmesser.

links mit gleichem Winkel und gleichem Halbmesser $r = 500$ m weiterführt. Das Kreuzungsverhältnis am Herzstück beträgt 1 : 10 (Abb. 149). Liniendarstellung s. Abb. 150. Die Weiche führt in den preußischen Weichenbüchern den Namen: Zweiseitige Weiche 1 : 10 mit 500 m Krümmungshalbmesser.

2. Die einseitige Zweibogenweiche.

Die einseitige oder konkave Zweibogenweiche entsteht aus der einseitigen Doppelweiche durch Fortlassung des geraden Stranges

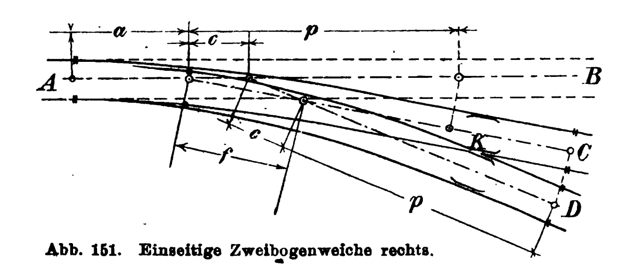


Abb. 151. Einseitige Zweibogenweiche rechts.

unter Benutzung der gleichen Weichenteile wie bei dieser (Abb. 151). Liniendarstellung s. Abb. 152.

Als einseitige Zweibogenweiche kann ebenfalls die einfache Weiche mit gekrümmtem Mutterstrang aufgefaßt werden.

In Preußen wird der Halbmesser des Mutterstranges mit $r = 500$ m, der des gleichgerichteten Abweichgleises mit $r_1 = 170$ m ausgeführt; Zungen-

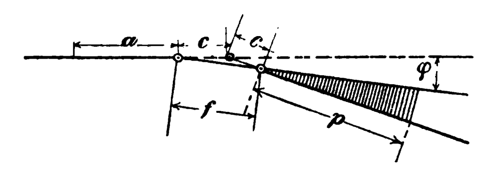


Abb. 152.
Linienbild der einseitigen Zweibogenweiche rechts.

vorrichtung und Herzstück wie bei Weiche 1 : 10. Außerdem kommt noch $r = 750$ m und $r_1 = 190$ m vor. Die Anordnung kann nach rechts oder links erfolgen (Abb. 153). Die Weichen mit gekrümmtem Mutterstrange werden

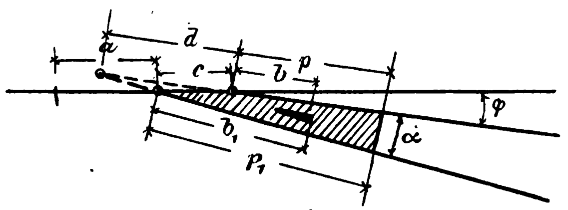


Abb. 153. Linienbild der einseitigen Zweibogenweiche mit gekrümmtem Mutterstrang.

vielfach zur Verbesserung der in Krümmungen liegenden Bahnhofseinfahrten eingebaut, da diese Weichen einen ruhigen, stoßfreien Gang der Fahrzeuge beim Durchfahren gewährleisten.

b. Die Gleiskreuzungen.

Unter einer Gleiskreuzung versteht man die vollständige Durchschneidung zweier in einer Ebene liegenden Gleise.

Je nach dem Schnittwinkel, unter welchem sich die Gleise treffen, unterscheidet man rechtwinklige und schiefwinklige Kreuzungen.

Bei jeder Kreuzung entstehen an den Durchkreuzungspunkten der Schienen vier Kreuzungsstücke. Bei der schiefwinkligen Gleiskreuzung (Abb. 154) ergeben sich zwei spitzwinklige und zwei stumpfwinklige Kreuzungsstücke. Die spitzwinkligen Kreuzungsstücke entsprechen bei den hauptsächlich vorkommenden Kreuzungen unter dem Weichenwinkel $\operatorname{tg} \alpha = 1:9$ bzw. $1:10$ genau den Herzstücken der einfache Weiche, werden daher wie diese ausgebildet und einfache Herzstücke genannt, da sie nur eine Herzstückspitze haben.

Die stumpfwinkligen Kreuzungsstücke besitzen zwei Spitzen, die gegenübergerichtet sind, und heißen daher doppelte Herzstücke oder Kreuzungsstücke, sie werden jedoch nur einseitig befahren. Linienbild s. Abb. 155.

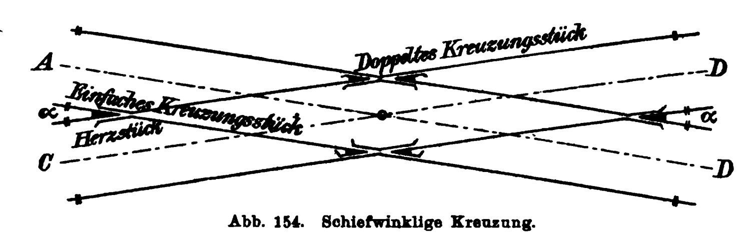


Abb. 154. Schiefwinklige Kreuzung.

Bei der rechtwinkligen Kreuzung entstehen vier einander gleiche Kreuzungsstücke (Abb. 156).

Die wichtigsten Bestandteile eines doppelten Herzstückes sind (Abb. 157):

1. Die beiden Herzstückspitzen h,

2. die einen Knick bildende Fahrschiene f, welche als Flügelschiene dient,

3. der dieser Flügelschiene gegenüberliegende und zur Führung der Räder erforderliche Radlenker r.

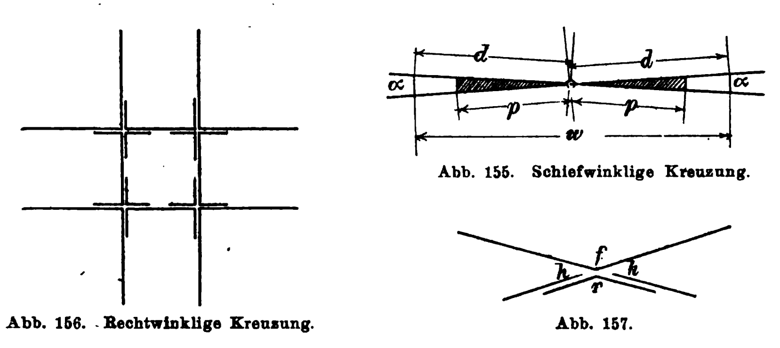


Abb. 155. Schiefwinklige Kreuzung.

Abb. 156. Rechtwinklige Kreuzung.

Abb. 157.

Bei Kreuzungen mit einem flachen Kreuzungswinkel ($\leq 56\,^1/_2{}^0$) bleiben die Räder beim doppelten Herzstück in senkrechter Richtung durch die Fahrschiene dauernd unterstützt; jedoch verlieren sie beide stellenweise ganz die seitliche Führung, weil die Radlenker für den Durchgang der Spurkränze ebenfalls Lücken haben müssen und das Befahren der einander gegenüberliegenden Kreuzungsstücke fast gleichzeitig erfolgt. In dieser führungslosen Stelle kann demnach durch einen zufälligen Seitenstoß eine Fahrzeugsachse in das falsche Gleis geraten und entgleisen (besonders im Rangierbetrieb bei zurückgedrückten oder abgestoßenen Fahrzeugen). Da diese Gefahr um so größer wird, je länger die führungslose Stelle ist, so muß diese möglichst herabgemindert werden.

Die Länge der führungslosen Stelle ist abhängig vom Kreuzungswinkel; sie wächst, je flacher die Kreuzung ist, sie nimmt ab, je größer der Kreuzungswinkel wird, sie verschwindet, sobald der Winkel $\geqq 90^0$ ist.

Bei den Kreuzungen der preußischen Bahnen besteht jedoch die führungslose Stelle, da die üblichen Kreuzungen wegen der bequemeren Herstellung die Kreuzungswinkel der Normalweichen besitzen und diese kleiner als 90^0 sind.

Eine Verkürzung der schädlichen Lücke geschieht durch eine Erhöhung der Radlenker (Abb. 158), welche in Preußen 40 mm beträgt, so daß bei der größten zulässigen Abnutzung der Schiene von 10 mm die Radlenker noch außerhalb des Normalprofils bleiben. Trotzdem behält die Spurrille bei den Kreuzungen 1 : 9 etwa noch 280 mm, bei denen von 1 : 10 etwa 360 mm Länge unter Annahme eines Raddurchmessers von 80 cm.

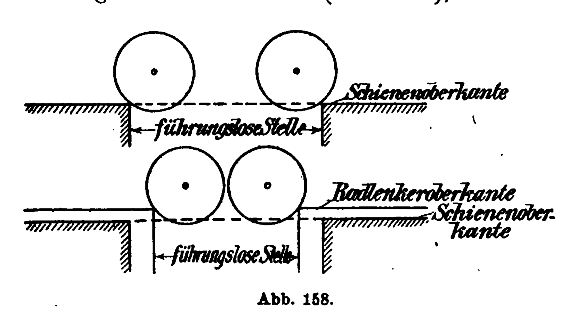


Abb. 158.

In Hauptgleisen werden daher mit Rücksicht auf die größere Zuverlässigkeit zurzeit ausschließlich Kreuzungen 1 : 9 verlegt. (In Verschiebegleisen werden auch solche von 1 : 7 angeordnet.)

Auch durch Herabsetzung der Spurkranzrillenweite kann man die Länge der führungslosen Stelle vermindern. Man schiebt den Radlenker daher bis auf 45 mm an den Knickpunkt der Fahrschiene heran, schränkt die Spurkranzrille zwischen der Fahrschiene und der Herzstückspitze auf 50 mm und zwischen Herzstückspitze und Radlenker auf 49 mm ein.

Bei Kreuzungswinkeln über $56^1/_2{}^0$ bis 90^0 ist eine dauernde Unterstützung des Rades durch die als Flügelschiene wirkende Fahrschiene in senkrechter Richtung nicht mehr möglich. Das Rad sinkt in die Lücke und muß nachher wieder ansteigen, wodurch es Stöße erhält. Diese Stöße können herabgemindert werden, wenn die Räder beim Durchfahren der Lücken auf die Spurkränze auflaufen und die einfachen und doppelten Herzstücke eine entsprechend geeignete Ausführung erfahren. In Hauptgleisen dürfen solche Kreuzungen jedoch nicht zugelassen werden.

Wird ein Hauptgleis von einem Nebengleise unter großem Winkel gekreuzt, so führt man am besten das Hauptgleis ohne Unterbrechung durch und überhöht die Schienenoberkante des Nebengleises um die Spurkranzhöhe. Die Räder der Fahrzeuge der Nebenbahn laufen dann in der Lücke auf den Spurkränzen; nachteilig wirkt hierbei die große Unterbrechung der Fahrkante des Nebengleises.

c. Die Kreuzungsweichen.

Da die Kreuzungen nur ein Durchfahren in gerader Richtung gestatten, ein Übergang von *A* nach *D* bzw. *C* nach *B* (Abb. 159) und umgekehrt aber vielfach notwendig ist, so hat man, sofern die Größe des Kreuzungswinkels es gestattet, durch Einlegung von gekrümmten Gleissträngen und entsprechendem Anschluß mittels der Ablenkungsvorrichtungen der Normalweichen diesen Übergang ermöglicht. Eine derartige Vereinigung zwischen Gleiskreuzung und Weichenteilen nennt man Kreuzungsweichen.

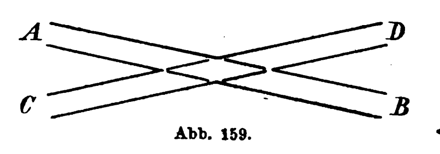


Abb. 159.

Sofern die Einlegung nur eines Gleisbogens erfolgt, entsteht die einfache Kreuzungsweiche (Abb. 160); werden zwei Gleisbogen

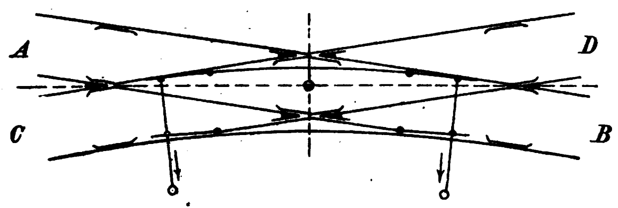
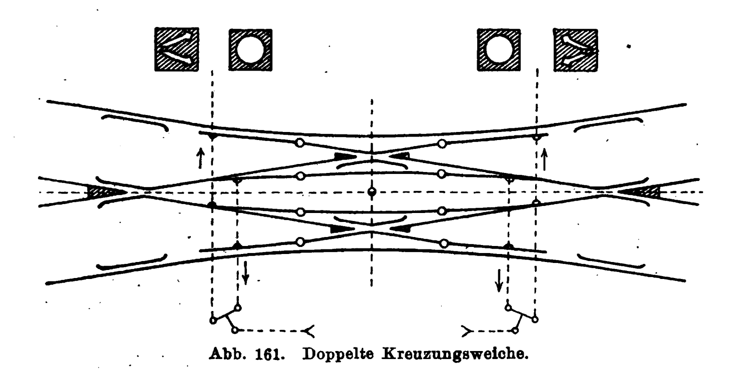


Abb. 160. Einfache Kreuzungsweichen.

eingebaut, so ergibt sich die doppelte Kreuzungsweiche (Abb. 161). Linienbilder s. Abb. 161, Abb. 162, und 163 S. 166.


Abb. 161. Doppelte Kreuzungsweiche.

Bei der einfachen Kreuzungsweiche sind zwei Zungenpaare, je eines für eine Rechtsweiche und eine Linksweiche nötig, bei den doppelten Kreuzungsweichen vier Zungenpaare, so daß je zwei Zungenpaare für Rechtsweichen und je zwei für Linksweichen erforderlich sind. Bei der einfachen Kreuzungsweiche hat man drei, bei der doppelten vier Fahrstraßen.

Die Weichenzungen müssen in dem spitzen Kreuzungswinkel den nötigen Raum zum Aufschlagen finden; die Zungen dürfen daher erst an der Stelle beginnen, wo der Abstand der Fahrkanten der fraglichen Schienen 454 mm beträgt. Dies Maß behält man auch für die einfachen Kreuzungsweichen

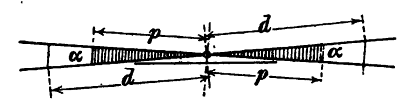


Abb. 162.
Linienbild der einfachen Kreuzungsweiche.

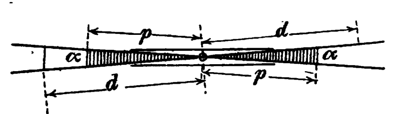


Abb. 163.
Linienbild der doppelten Kreuzungsweiche.

bei, damit jederzeit die Umwandlung in eine doppelte Kreuzungsweiche vorgenommen werden kann.

Für die Kreuzungsweichen ist in den preußischen Normen ein Kreuzungsverhältnis 1 : 9 und 1 : 10 vorgesehen, das erstere verdient im allgemeinen den Vorzug.

Die Kreuzungsweichen gestatten eine erhebliche Raumersparnis bei den Gleisanlagen und eine bequeme Verbindung der einzelnen Gleise.

Es sei noch bemerkt, daß auch für Kreuzungsweichen bereits die Anordnung mit federnden Zungen bei den Oldenburger Staatsbahnen mit bisherigem guten Frfolge ausgeführt worden ist. Da die Zungen bei den Kreuzungsweichen nicht ohne weiteres die für Federweichen nötigen Längen erhalten können, so hat der Bochumer Verein die aus Blockschienen hergestellten normalen Zungen mit der gewöhnlichen Länge von 5 m, in gleicher Weise wie die Federzungen der einfachen Weiche, am hinteren Ende in die Schienenform umgepreßt und mit den anschließenden Schienen regelrecht und zwar sehr kräftig unter Anwendung besonderer Laschenbolzen verlascht. Die Fußbreite der Anschlußschiene wird gleichzeitig eingeschränkt. Infolge der hierdurch entstehenden Verkleinerung des Trägheitsmoments der Anschlußschiene in Bezug auf die senkrechte Schwerpunktsachse wird die Biegsamkeit der Anschlußschiene erreicht. Beim Umstellen der Weiche biegt sich daher nicht die normale Zunge, sondern die Anschlußschiene bildet mit der umgepreßten normalen Zunge zusammen eine Federzunge, die eine Biegung um die geschwächte Stelle der Anschlußschiene gestattet. (Auch alte Drehstuhlweichen können in ähnlicher Weise in Federweichen umgearbeitet werden.) Näheres s. Organ f. Fortschritte des Eisenbahnwesens 1911. S. 139 u. fgd.

Auch in der preußischen Staatsbahnverwaltung sind doppelte Kreuzungsweichen der Form 8 mit federnden Zungen und beweglichen Spitzen in den doppelten Herzstücken eingebaut worden.

Die Zungenvorrichtungen sind mit federnden Zungen in genau gleicher Weise wie die einfachen Weichen ausgebildet.

Der Lauf der Züge ist hierdurch ruhiger und sicherer geworden, die Unterhaltung und Bedienung erfordert jedoch mehr Sorgfalt und Kraftaufwand wie bei den gewöhnlichen Kreuzungsweichen. Die Bewährung muß abgewartet werden.

d. Gleisverschlingungen und Weichenverschlingungen.

Läßt man bei einer doppelten Kreuzungsweiche die beiden geraden Stränge fort, so entsteht eine **Gleisverschlingung** (Abb. 164);

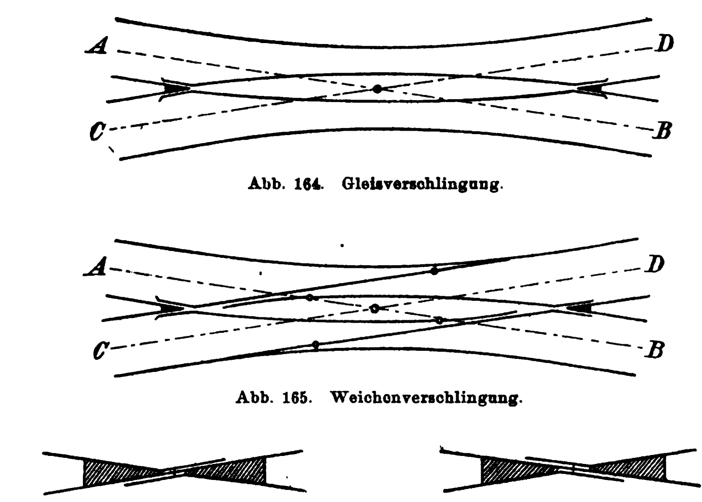


Abb. 164. Gleisverschlingung.

Abb. 165. Weichenverschlingung.

Abb. 166. Linienbild der Weichenverschlingung rechts.

Abb. 167. Linienbild der Weichenverschlingung links.

läßt man nur **einen** geraden Strang fort, so wird eine **Weichenverschlingung** gebildet (Abb. 165). Linienbild s. Abb. 166 und 167.

Die in Abb. 168 angegebene Art der Gleisverschlingung wird bei zweigleisigen Bahnen verwendet, wenn auf einer Stelle derselben nur ein eingleisiger Betrieb möglich ist (z. B. bei Brückenumbauten u. dgl.).

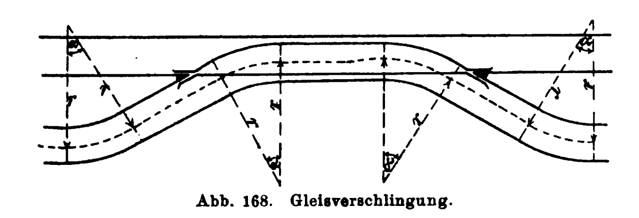


Abb. 168. Gleisverschlingung.

2. Die bauliche Ausbildung.

Für die unter II. 1 besprochenen Weichenarten und Kreuzungen gilt der Hauptgrundsatz, sie so zu konstruieren, daß sie nach Möglichkeit aus Teilen der einfachen Weiche zusammensetzbar sind. Die Abmessungen der verschiedenen Anordnungen sind aus der Tabelle unter III S. 170 zu entnehmen, ebenso die zur Verwendung gelangenden Schienenprofile.

a. Die Ausbildung der Doppel- und Zweibogenweichen.

Die Doppel- und Zweibogenweichen haben dieselben Krümmungen wie die einfachen Weichen; die Weichensignale stimmen ebenfalls mit denen der einfachen Weichen überein.

b. Die Ausbildung der Gleiskreuzungen.

Als neuer Bauteil kommt bei diesen das doppelte Herzstück hinzu. Dasselbe wurde früher ebenfalls wie das einfache Herzstück als besonderes Gußstück aus Flußstahl hergestellt; zurzeit sind aber nach den preußischen Normen nur noch Schienenherzstücke gebaut, wodurch die gleichen Vorteile wie beim einfachen Herzstück erreicht werden. Die Anordnung ist die entsprechend gleiche wie bei letzteren, auch hier muß die Flußstahlspitze abgestumpft und wegen der Kegelgestalt der Radreifen am vorderen Ende um etwa 8 mm gesenkt werden.

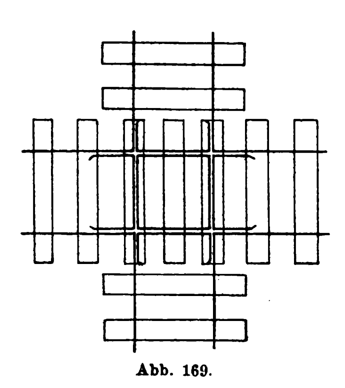


Abb. 169.

Die Schwellenteilung wird bei den schiefwinkligen Kreuzungen senkrecht zur Winkelhalbierenden des spitzen Winkels am einfachen Herzstück ausgeführt und die Anlage gleich so getroffen, daß jederzeit ohne Schwierigkeiten eine Umwandlung in eine Kreuzungsweiche erfolgen kann. Für die Schienen- und Schwellenteilung gelten die bei den Normalweichen entwickelten Grundsätze.

Bei den rechtwinkligen Kreuzungen führt man meist die Schwellenteilung eines Gleises in der Regel durch, während die Schwellenlage des andern Gleises durch die erstere einfach unterbrochen wird (Abb. 169). Die 4 gleichen Kreuzungsstücke werden entweder aus Schienen, die durch rechtwinklig gebogene Laschen verbunden werden, oder durch entsprechend gestaltete Gußstücke gebildet.

c. Die Ausbildung der Kreuzungsweichen.

Für die Herstellung der Kreuzungsweichen werden die einzelnen Teile der Kreuzungen und der Normalweichen verwendet.

Der Halbmesser der Gleiskrümmungen zwischen den Ablenkungsvorrichtungen ist bei den Kreuzungsweichen 1 : 9 auf 245,0 m und bei solchen 1 : 10 auf 230,0 m festgesetzt.

Die Umstellung der Zungenvorrichtung der doppelten Kreuzungsweichen kann durch einen Hebel erfolgen, so daß alle 4 Zungenpaare gleichzeitig bewegt werden. Es sind dann entweder die beiden geraden oder die beiden gekrümmten Stränge fahrbar.

Die Umstellung kann jedoch auch durch zwei Hebel erfolgen, wobei immer zwei nebeneinanderliegende Zungenpaare an einen Hebel

angeschlossen, also zusammengeschaltet sind. Die Bewegung dieser gekuppelten beiden Zungenpaare kann in diesem Falle nach der gleichen Seite (Parallelschaltung) oder nach der entgegengesetzten Seite geschehen (Kreuzschaltung).

Bei der Parallel- oder Gleichschaltung ist auf jeder Seite ein gerader und ein krummer Strang offen, wobei jedoch nur eine Fahrstraße richtig steht, also auch nur allein befahren werden kann (Schutzstellung).

Diese Schaltungsart kommt für Kreuzungsweichen, die von Stellwerken bedient werden, hauptsächlich in Betracht (Stellwerksweichen).

Bei der Kreuzschaltung schlagen bei Umstellung die gekuppelten Weichenzungen nach der entgegengesetzten Richtung auseinander. Es sind die beiden gekrümmten oder die beiden geraden Fahrwege gleichzeitig offen (vgl. Abb. 161).

Diese Ausführung wird meist bei von Hand gestellten Weichen (Handweichen) vorgesehen.

Die Weichensignale sind so anzuordnen, daß die Stellung der Zungenpaare von jeder Seite genau erkennbar ist.

III. Zusammenstellung der Abmessungen der verschiedenen Weichenformen der preußisch-hessischen Staatseisenbahnen.

Die Bedeutung der Buchstabengröße ist aus den Liniendarstellungen der einzelnen Weichen usw. ersichtlich (s. Tabelle S. 170).

IV. Schmalspurweichen.

Die allgemeine Anordnung der Gleisverbindungen bei schmalspurigen Bahnen erfolgt nach den gleichen Grundsätzen wie bei den vollspurigen Bahnen. Für die Wahl der Krümmungen sind die in den Gz. f. L. festgesetzten Maße zu beachten (vgl. S. 30).

Nach § 34 der Gz. f. L. ist bei einer Fahrgeschwindigkeit von $\leqq$ 20 km in der Stunde jede Gattung von Weichen, welche den Durchgang von Fahrzeugen ohne Hindernis gestatten, verwendbar, also auch solche, deren Bauart bei Einstellung auf das falsche Gleis das Ablaufen der Räder von den Schienen zuläßt. Solche Weichen dürfen jedoch nicht in Gleisen für durchgehende Züge verlegt werden, sofern die Fahrgeschwindigkeit dieser größer ist als 20 km in der Stunde. Es empfiehlt sich, beim Bau von Schmalspurweichen auf möglichste Einfachheit der Einzelteile zu sehen, damit die Verlegung und Erhaltung bequem von statten gehen kann. Hierzu gehört auch die Ausführung einer symmetrischen Anordnung der Zungenvorrichtung, also mit gerader Zunge, um dieselbe sowohl für Rechts- als auch für Linksweichen gebrauchen zu können, ferner die Anwendung umlegbarer Flußstahlherzstücke, Vereinigung von Zwangs- und Fahrschienen zu einem Stück und das Verlegen eiserner Schwellen. Das übliche Kreu-

	Weichenform	Kreuzungsverhältnis $tg\,\alpha = \frac{1}{n}$	α	a	b bis Ende Herzstück	c	p	p_1	f	r	w_1	d	Schienenform
1	Einfache Weiche	1 : 7	8° 7′ 48″	7,67	11,35	—	12,93	—	—	140	20,60	24,5	6^d
2		1 : 9	6° 20′ 25″	9,33 (9,43)	14,42	—	17,59	—	—	190	26,92 27,02	31,5	6^d (8^a)
3		1 : 10	5° 42′ 38″	10,93	15,85 (15,88)	—	19,09 (19,09)	—	—	245	30,02 30,12	35,0	6^d (8^a)
4		1 : 14	4° 5′ 8″	15,08	—	—	26,32	—	—	500	41,40	49,0	8^a
5	Zweiseitige verschränkte Doppelweiche	1 : 7	8° 7′ 48″	7,67	11,36	6,90	18,80	12,93	—	140	—	24,5	6^d
6		1 : 9	6° 20′ 25″	9,33 (9,43)	14,42	9,50	24,39 (24,56)	17,59	10,37	190	—	31,5	6^d (8^a)
7		1 : 10	5° 42′ 38″	10,93	15,85	11,00	26,88 (28,48)	19,09 (19,19)	12,07	245	—	35,0	6^d (8^a)
8	Zweiseitige verschränkte Zweibogenweiche	1 : 9	6° 20′ 25″	9,33 (9,43)	11,43	9,50	16,24 (16,55)	6,72 (7,03)	10,37	180/190	—	—	6^d (8^a)
9		1 : 10	5° 42′ 38″	10,93	12,65 (12,60)	11,00	18,18 (18,48)	7,16 (7,46)	12,07	235/245	—	—	6^d (8^a)
10	Zweiseitige Weiche $R = 500$ m	1 : 10	5° 42′ 38″	11,04 l=3,17	—	l=4,09 —	19,17	—	7,87	—	30,25	—	8^a
11	Einseitige verschränkte Doppelweiche	1 : 10	5° 42′ 38″	13,45	15,85	5,25	21,10	19,09	10,44	190/180	34,55	—	6^d
12	Einseitige Zweibogenweiche a. R = 500 m mit federnden Zungen	1 : 10	$\sphericalangle\varphi$ = 2° 48′ 13″	11,74	—	1,64	17,16	18,82	—	170	30,65	—	8^a
13	b. R = 750 m außer mit gewöhnlichen Zungen auch mit federnden Zungen angewendet.	1 : 10	$\sphericalangle\varphi$ = 1° 51′ 9″	11,38	—	1,72	17,53	19,02	—	190	30,43	—	8^a
	R = Hauptgleishalbmesser. (Einfache Weiche 1:10 mit gekrümmtem Mutterstrang und gleich gerichteter Abzweigung.)												
14	Kreuzungsweiche (für einfache, doppelte, sowie für Kreuzungen geltend)	1 : 9	6° 20 25″	—	—	—	17,59	—	—	—	35,18	24,5	6^d (8^a)
15		1 : 10	5° 42′ 38″	—	—	—	19,09 (19,19)	—	—	—	38,18 (38,38)	31,5	6^d (8^a)

Die in Klammer gesetzten Zahlen geben die Abweichungen der Abmessungen bei Anwendung des Schienenprofils 8^a an gegen die Maße bei 6^d. Die Maße sind in Metern ausgedrückt. — Zur zweiseitigen verschränkten Zweibogenweiche (Spalte 8 u. 9) können gerechnet werden: a. Einfache Weiche 1:10 mit gekrümmten Mutterstrange R = 500 m und entgegengesetzter Abzweigung mit einem Halbmesser r = 600 m. b. Einfache Weiche mit gekrümmten Mutterstrange R = 750 m und entgegengesetzter Abzweigung mit einem Halbmesser r = 400 m. c. Einfache Weiche 1:11 mit gekrümmten Muttergleise R = 1000 m und entgegengesetzter Abzweigung mit einem Halbmesser r = 400 m. — Zur einseitigen Zweibogenweiche (Reihe 12 u. 13) kann gerechnet werden: Einfache Weiche 1:11 mit gekrümmten Muttergleise R = 1000 m und gleichgerichteter Abzweigung mit einem Halbmesser r = 255 m.

zungsverhältnis am Herzstück beträgt 1 : 7 bis 1 : 8; die Weichenanlagen werden dadurch ziemlich kurz, und eine zu große Ausdehnung der Bahnhofsanlagen wird vermieden. Die Anordnung von Weichensignalen in Hauptgleisen ist erforderlich.

Zweigt auf dem Bahnhofe einer vollspurigen Bahn eine schmalspurige Bahn ab, so kommt es vielfach vor, daß der Bahnkörper der Vollbahn auf eine Strecke von der Schmalspurbahn mitbenutzt wird. Es ist demnach ein Teil der Gleisstrecke gleichzeitig für Voll- und Schmalspur einzurichten, und es ergeben sich so zweispurige Gleise. An den Abzweigstellen oder Übergangsstellen werden besondere Weichenanlagen nötig, welche drei- oder vierschienig ausgebildet werden.

V. Prüfung und Unterhaltung der Weichen.

Die wichtigsten und die, die meisten Betriebsunfälle, Entgleisungen usw. hervorrufenden Teile des Gestänges, die Weichen, bedürfen einer fortgesetzten Überwachung und Prüfung seitens des Bahnmeisters, der Weichensteller und Vorarbeiter und einer sachgemäßen Unterhaltung durch diese. Die Untersuchungen haben sich zu erstrecken auf den baulichen Zustand des Gleises und auf die Prüfung der Gleislage im Ruhezustand und während des Betriebes. Das Hauptaugenmerk ist auf eine gute Entwässerung der Weichen, durchaus festes und volles Unterstopfen aller Schwellen, insbesondere derjenigen unter den Herzstücken und Zungenvorrichtungen, sowie auf den festen Schluß aller Verbindungen zu richten.

1. Die Untersuchung des baulichen Zustandes der Weichenteile.

Die 4 hauptsächlichsten Gefahrstellen sind: die Zungenspitze, die Zungenwurzel, das gekrümmte Weichengleis und die Herzstückspitze. An diesen Punkten müssen alle Teile in ihrer Abhängigkeit voneinander den Anforderungen unbedingter Sicherheit genügen.

Es dürfen keinerlei Beschädigungen, Brüche oder starke, den Betrieb gefährdende Abnutzungen, sowie Lockerungen oder sonstige Mängel an den Verbindungsstellen vorhanden sein.

Infolge des Fehlens einer Überhöhung im Weichengleise werden die Schienen der gekrümmten Gleise im Außenstrange ganz besonders stark seitlich abgenutzt. Die Gefahr des Aufsteigens, vor allem der Räder unbelasteter Fahrzeuge, ist in diesem Falle daher sehr groß und eine rechtzeitige Auswechselung der gekrümmten Zungen sowie der Schienen des äußeren Bogenstranges nötig.

Die Auswechselung der Zunge bedingt in der Regel die gleichzeitige Auswechselung der zugehörigen Backenschiene. Auch die Herzstückschienen verschleißen früher als die Anschlußschienen, besonders werden die Spitzen leicht zu stark abgefahren. Bei Auswechselung einzelner Weichenschienen

ist darauf zu achten, daß nur gleich hohe Schienen hintereinander zu liegen kommen. Am Stoß sollen die wagrechten Fahr- und die senkrechten Leitkanten genau in einer Flucht liegen und nur möglichst geringe Knickwinkel bilden. Mängel in der Fahrkantenflucht sind zu beseitigen (meist durch Schwächung, Verschiebung oder Verstärkung des Futterstücks oder durch Futterbleche).

Bei zu großem Knickwinkel und damit verbundenem starken Kopfnicken müssen neue Laschen eingezogen, die Schwellenentfernung vermindert, besonders gute Bettung eingebracht und die Schienenbefestigung einwandsfrei hergestellt werden.

Das gefahrbringende Klaffen und Federn der Zungenspitze ist zu verhüten; daher muß ein Losewerden der daselbst liegenden Weichenschwellen besonders der Schwelle am Backenschienenstoße, welche bei unsicherer Lage eine Bewegung der Backenschiene gestatten würde, durch gutes Nachstopfen ausgeschlossen werden, auch müssen die Stoßlaschen und die Laschenbolzen in tadelloser Verfassung sein. Die Zunge muß mit ihrer vollen Auflagefläche auf dem Gleitstuhl aufsitzen und sich dicht an die Stützknaggen anlehnen, da sonst schädliche Verbiegungen und ein Klaffen vorkommt. Unwirksame und untauglich gewordene Verbindungsmittel sind unverzüglich zu entfernen.

Die Abnutzung der beweglichen und lösbaren Teile muß tunlichst vermindert werden. Die Drehzapfen und Gelenkbolzen sind daher zu ölen, die Muttern sind nachzuziehen, die Schwellenschrauben anzudrehen, die Keile nachzutreiben. Die Gleitstühle dürfen jedoch nur einen Ölhauch zeigen, da sonst die auf die Zungen wirkenden Längskräfte lediglich von dem Drehzapfen und nicht durch die Reibung der Zunge auf die Gleitstühle aufgenommen werden müssen; ein Verschleiß desselben würde so beschleunigt. Bricht infolge Zweispurigfahrens ein Drehstuhlbalken, so ist der Drehstuhl sofort zu ersetzen.

Die Rillen sind stets frei von Steinen, Schnee, Eis und dgl. zu halten, das Spurrillenmaß am Radlenker muß die vorgeschriebene Größe von 41 mm haben. Die Merkzeichen, Signal- und Weichennummer müssen stets deutlich erkennbar sein.

2. Die Prüfung der Gleislage.

Die Weichengleise müssen auf vorschriftsmäßige Lage, hinsichtlich der Richtung, der Spurweite und der Höhenlage der Schienen geprüft werden. Die Stränge müssen einen durchaus stetigen Verlauf zeigen, es werden nur die Knicke gestattet, welche durch die Bauart der Weichen bedingt sind. Die Krümmungshalbmesser dürfen die vorgeschriebenen Mindestmaße nicht unterschreiten, welche bei Hauptweichen auf 180 m, bei Nebenweichen auf 150 m, bei Kleinweichen auf 100 m festgesetzt sind.

Als Hauptweichen sind diejenigen Weichen anzusehen, welche in den Hauptgleisen oder in stark befahrenen Verschubgleisen liegen.

Nebenweichen sind alle übrigen, in Nebengleisen liegenden Weichen, welche von Lokomotiven, meist nur von Tenderlokomotiven mit kurzen

Radständen, befahren werden; **Kleinweichen** liegen in Neben- und Anschlußgleisen, werden jedoch von Lokomotiven nicht befahren. Die Prüfung der Krümmung erfolgt durch Feststellung des Stiches f, der zu einer bestimmten auf 9—12 m festzulegenden Sehnenlänge l gehört, wobei $r = \frac{l^2}{8f}$ (vgl. Abb. 170) sich ergibt. Am bequemsten wird ein Bindfaden von entsprechender Länge mit einem Knoten in der Mitte zur Messung von l benutzt.

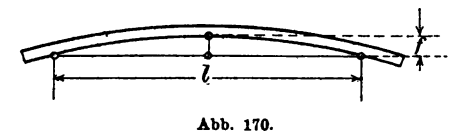


Abb. 170.

Eine ganz besondere Sorgfalt muß auf die Prüfung einer richtigen Spurweite gelegt werden; bei zu enger Spurweite tritt, hauptsächlich bei Wagen mit großen Radständen, leicht ein Auflaufen der Räder meist an den Stößen auf. Die Prüfung erfolgt durch Messen der Spurweite im Ruhezustand und durch Beobachtung während des Befahrens im Betriebe.

Die 4 **Hauptmeßstellen** einer Weiche sind die **Zungenspitze**, die **Zungenwurzel**, die **Bogenmitte** und die **Herzstückspitze**. Die Meßstellen werden durch senkrechte, weiße Ölfarbenstriche an den Schienenstegen angegeben. Die Messungen erfolgen am besten mit dem Schröterschen Weichenspurstab.

Die zulässigen Abweichungen sind für die einzelnen Maßstellen durch Vorschriften festgelegt; so dürfen dieselben z. B. höchstens betragen

	in geraden Gleisen	in gekrümmten Gleisen
bei Hauptweichen:	— 3 und + 10 mm	— 5 und + 25 mm
bei Nebenweichen:	— 5 und + 12 mm	— 6 und + 30 mm
bei Kleinweichen:	— 7 und + 14 mm	— 7 und + 35 mm.

Die Messungsergebnisse sind in Weichenbücher einzutragen. Das erste Verlegen der Weiche hat ebenfalls sehr genau zu erfolgen; die für Normalweichen zulässigen Abweichungen betragen z. B. $\pm$ 2 mm. Die Höhenlage der Schienen bedarf ebenfalls einer genauen Überwachung, da besonders durch gelockerte Stoßschwellen sich Überhöhungsrampen bilden, welche zu Entgleisungen Veranlassung geben können. Auf eine durchaus gute und gleichmäßige Unterstopfung der Schwellen muß daher stets peinlich geachtet werden.

Auch hier empfiehlt sich dringend eine Beobachtung des Gleises im befahrenen Zustande und nicht allein eine Prüfung im Zustande der Ruhe.

Es erfolgen im Jahre mehrere Hauptprüfungen der Weichen durch die Bahnmeister, gewöhnlich im Frühjahr und im Herbst, die sich hauptsächlich und eingehend auf die bauliche Beschaffenheit der Weichen erstrecken; außerdem finden noch mehrfach Zwischenprüfungen im Sommer und Winter durch den Stationsvorsteher und die Weichensteller statt, bei welchen die Betriebsfähigkeit der Weichen insbesondere festzustellen ist.

Auch bei den Weichen hängt die Betriebssicherheit und Lebensdauer wesentlich von der Güte und Zuverlässigkeit der Unterhaltung ab.

b. Die Drehscheiben.

Eine Drehscheibe besteht im wesentlichen aus einem besonders unterstützten Gleisstück, das um eine durch seinen Schwerpunkt gehende lotrechte Achse in einer wagrechten Ebene gedreht und in eine beliebige Richtung eingestellt werden kann, sowie dem zugehörigem Unterbau.

Die Drehscheiben haben den Zweck, Gleise, welche unter beliebigem Winkel zusammenlaufen können, in Verbindung zu bringen und den Übergang einzelner Fahrzeuge auf dem kürzesten Wege zu vermitteln. Die Drehscheiben gestatten somit auch das im Betriebe häufig nötige Umdrehen der Fahrzeuge um 180°.

Sie haben hauptsächlich folgende Vorteile:

1. sie gewährleisten eine gute Ausnützung der verfügbaren Grundfläche bei großer Leistungsfähigkeit;

2. sie bilden einen Ersatz der Weichen überall da, wo zur Anordnung einer Krümmung mit ausreichendem Halbmesser der nötige Raum fehlt;

3. sie ermöglichen eine große Zeitersparnis, da zum Verteilen von Wagen auf verschiedene Gleise nicht wie bei den Weichen ganze Züge bewegt werden müssen, und die Umsetzung einzelner Fahrzeuge rasch erfolgen kann; letzteres ist besonders bei Verteilung vieler einzelner Fahrzeuge wichtig.

Als Hauptnachteile sind anzusehen:

1. Es entstehen hohe Anschaffungs- und Unterhaltungskosten.

2. Die Verschiedenheit der Radstände bedingt sehr verschiedenartige Durchmesser der Scheiben.

3. Durch Anordnung von Drehscheiben wird der stetige Umlauf der Gleise unterbrochen; in durchgehenden Hauptgleisen dürfen daher Drehscheiben nicht verwendet werden, sie sind vielmehr nur an den stumpfen Enden derselben zulässig (B. O. § 20).

4. Das Auffahren der Fahrzeuge auf die Drehscheiben verursacht starke Stöße, welche beiden Teilen schädlich sind.

5. Bei Benutzung von Drehscheiben zum Verschieben sind viele Hilfskräfte nötig.

6. Bei Schnee und Frost ist die Reinigung, sowie die Erhaltung der Betriebsfähigkeit schwierig.

Man unterscheidet Wagen- und Lokomotivdrehscheiben.

Die Wagendrehscheiben dienen hauptsächlich nur zu Verschubzwecken, um einzelne Wagen von einem Gleise auf das andere überzuführen, daher werden sie auch meist angeordnet bei Laderampen, Güterbahnhöfen, in Schuppengleisen, sowie bei Freiladegleisen, auf Eisenbahnwerkstätten.

Die Größe des Drehscheibendurchmessers muß die Entfernung der äußersten Achse des zu drehenden Fahrzeuges mindestens um 0,5 m übertreffen und beträgt daher für zwei- und dreiachsige Personen- und Gepäckwagen 5 bis 10 m, für Rohgut- und kürzere Güterwagen 3,5 bis 5,0 m.

Das Umsetzen der Wagen durch Wagendrehscheiben findet hauptsächlich für solche mit kleinen Achsständen statt, der Drehungswinkel beträgt dabei meist nur 60^0 oder 90^0. Die Wagendrehscheiben werden als Vollscheibe mit 2 sich unter 90^0 kreuzenden (Kreuzdrehscheibe) oder 3 sich unter 60^0 schneidenden Gleisen (Sterndrehscheibe) ausgebildet.

Die Lokomotivdrehscheiben haben vor allem den Zweck, die Lokomotiven mit Schlepptender umzuwenden, damit diese wieder mit dem Schornstein voran vor die zu fahrenden Züge gestellt werden können. Eine Fahrt mit dem Tender voran würde nach § 66 der B. O. nur mit geringer Geschwindigkeit zugelassen werden können. Tenderlokomotiven, bei denen die Maschine und der Tender auf einem Gestell vereinigt sind, können mit gleicher Geschwindigkeit vor- und rückwärts laufen, bedürfen also einer Drehung nicht.

Lokomotivdrehscheiben sind daher in der Regel auf Kopfstationen und auf Lokomotivstationen, sowie vor oder im Lokomotivschuppen anzuordnen.

Die üblichen Durchmesser, welche sich nach den verkehrenden Lokomotiven richten, schwanken zwischen 12,5 und 22 m.

In Preußen werden Lokomotivdrehscheiben mit einem Durchmesser von 16,20 und 20,06 m ausgeführt. Sie bestehen aus einer Teilscheibe mit nur einem Gleis.

Die Hauptbestandteile einer Lokomotivdrehscheibe sind:

1. der eigentliche Scheibenkörper, welcher aus den Haupt- und Querträgern einer die Fahrbahn tragenden eisernen Drehbrücke besteht;

2. die Teile, welche diese Träger stützen, ein Drehen gestatten und in der Mitte und am Umfang angeordnet sind. Die Mitte trägt bei den größeren Drehscheiben ein stählerner Drehzapfen, dessen Lage durch einen gut unterstützten, eisernen Bock, den Königsstuhl, gebildet wird. Am Scheibenumfang sind Führungsräder angebracht, welche sich auf einem Schienenlaufstrang bewegen. Dieser besteht aus Schienen, die mit Steinschrauben auf Werkstein befestigt sind.

3. Drehscheibengrube, welche die erwähnten Teile aufzunehmen hat; sie erhält eine gemauerte oder eiserne Einfassung, die Sohle ist mit Klinkern abzupflastern und gut zu entwässern.

4. Sicherungseinrichtung zum Feststellen der Drehscheibe. (Einfallhaken, Einklinkungen, Verriegelungen.)

Durch eine Signalvorrichtung wird die richtige Stellung der Drehscheibe meist schon aus der Entfernung sichtbar gemacht.

5. Die Bewegungsvorrichtung, welche durch Handbetrieb, jetzt vielfach durch Elektrizität, auch wohl durch Wasser- oder Dampfdruck betätigt werden kann.

Die Unterhaltung und Bedienung der Drehscheiben ist meist dem Weichensteller des in Frage kommenden Bahnabschnittes übertragen.

Für eine gute Reinhaltung in allen Teilen, sowie für genügende Schmierung der Lager und Zapfen ist er verantwortlich.

Gleisanordnung. Die Gleise laufen entweder strahlenförmig nach dem Mittelpunkt der Drehscheibe zusammen oder sie werden bei gleichlaufenden Gleisen mittels einer Krümmung nach demselben geführt, wobei jedoch eine Gerade von 3 bis 6 m vor dem Drehscheibenumfang einzulegen ist; der Krümmungshalbmesser kann bis auf $r = 130$ m, unter Umständen auch noch mehr, verringert werden.

Bei strahlenförmiger Anordnung erhält man die möglichen Gleiszahlen, sofern eine Durchschneidung der Gleise nicht stattfinden soll, aus der Beziehung:

$$n = \frac{d \cdot \pi}{s_1}$$

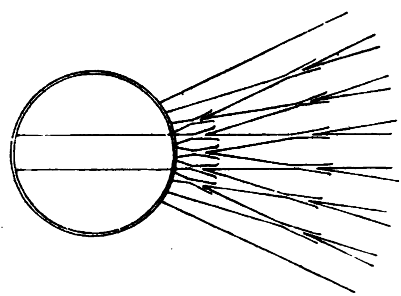


Abb. 171. Doppelte Durchschneidung.

d = Durchmesser der Drehscheiben
s_1 = 1,435 + 1 bis 2 Schienenkopfbreiten, meist = 1,555 m, wobei eine genügende Stärke des Schienenkopfes am Drehscheibenumfange, sowie die Möglichkeit einer guten Anbringung der Befestigungsmittel vorhanden ist.

Genügt die Anzahl der Gleise nicht, so muß eine einfache, zweifache oder dreifache Überschneidung der Gleise stattfinden, und es sind dann Herzstücke 1 : 7 oder 1 : 9 auszuführen. (Abb. 171.) Bei Durchschneidungen der Schienen müssen die Herzstücke immer ganz in der geraden Linie liegen.

c. Schiebebühnen.

Schiebebühnen sind mit Rädern versehene Gleisbrücken, die sich rechtwinklig zu den zu verbindenden, gleichlaufenden Gleisen auf Schienensträngen bewegen und so den Übergang der Fahrzeuge von einem Gleis auf das andere vermitteln können.

Sie haben im allgemeinen dieselben Vorteile und Nachteile wie die Drehscheiben, sie erfordern ebenfalls wenig Raum, sind aber nicht so leistungsfähig wegen der großen Zeiterfordernis beim Verschieben.

Sie dienen auf Bahnhöfen dazu, Lokomotiven oder Wagen in den Zug ein- oder auszuschalten; ihre Hauptverwendung finden sie in Lokomotiv-, Wagen- und Güterschuppen sowie in den Werkstätten.

Man unterscheidet Schiebebühnen mit Laufgruben oder versenkte (Abb. 172) und Schiebebühnen ohne Laufgruben oder unversenkte Schiebebühnen (Abb. 173).

Schiebebühnen mit versenktem Gleise sind in Hauptgleisen nur am stumpfen Ende zulässig.

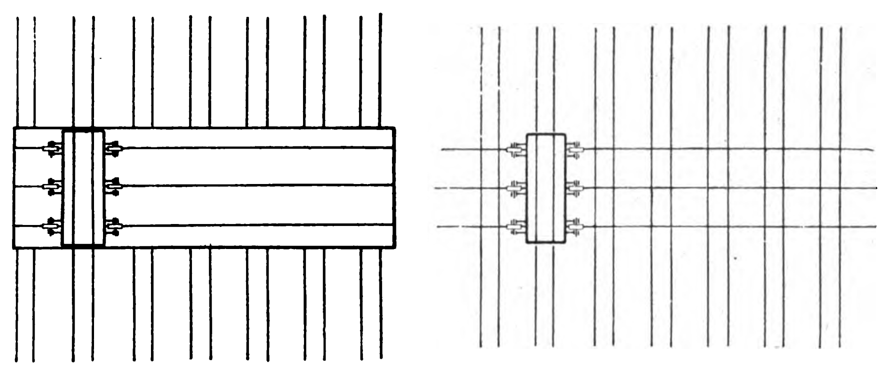


Abb. 172. Schiebebühne mit Laufgrube. Abb. 173. Schiebebühne ohne Laufgrube.

Die Längenbemessung geschieht nach den gleichen Gesichtspunkten wie bei den Drehscheiben.

d. Kosten der Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen.

Die Kosten, welche für Weichenanlagen, Drehscheiben und Schiebebühnen entstehen, sind sehr veränderlich. Als Anhalt mögen folgende Angaben dienen, welche sich für die preußischen Normen einschließlich aller Bauteile unter der Annahme eiserner Querschwellen ergeben:

Einfache Weiche	1 : 9 =	etwa 1800 Mark
„ „	1 : 10 =	„ 2000 „
„ „	1 : 14 =	„ 2500 „
einfache Kreuzung	1 : 9 =	„ 2350 „
„ „	1 : 10 =	„ 2600 „

		Profil 8a	Profil 6d
einfache Kreuzungsweiche	1 : 9 =	etwa 3450 Mark	3300 Mark
„ „	1 : 10 =	„ 3700 „	3600 „
doppelte Kreuzungsweiche	1 : 9 =	„ 4450 „	4200 „
„ „	1 : 10 =	„ 4750 „	4500 „ .
verschränkte zweiseitige Doppelweiche	1 : 9 =	„ 3450 „	3300 „
„ „	1 : 10 =	„ 3700 „	3550 „

Lokomotivdrehscheibe mit Handbetrieb, Durchmesser 16,2 m = 11000 M,
versenkte Dampfschiebebühne für Lokomotiven mit Schlepptender, Länge 16,2 m = 16000 M.

B. Nebenanlagen der freien Strecke.

1. Wegübergänge.

a. Allgemeines.

Bei Herstellung einer Eisenbahn werden häufig vorhandene Verkehrswege gekreuzt, wobei mit wenig Ausnahmen stets für das Fortbestehen der alten Verkehrsmöglichkeiten Sorge zu tragen ist. Es

geschieht dies durch Anlagen, welche die Aufrechterhaltung des Verkehrs auf beiden sich kreuzenden Verkehrswegen ermöglichen.

Als Verkehrswege können in Betracht kommen: Eisenbahnen, städtische Straßen, Landstraßen, Feld-, Fuß- und Wasserwege.

Am besten kann eine ungestörte und sichere Abwicklung des Verkehrs auf beiden Wegen dann erreicht werden, wenn die Fahrbahnoberkanten in verschiedener Höhe derart liegen, daß auf jedem Wege ein ungehinderter Durchgang auch der größten in Frage kommenden Fahrzeuge erfolgen kann.

Es sind dann besondere Übergangsbauwerke (Brücken) nötig.

Wird der Weg über die neue Bahnlinie übergeführt, so entsteht eine Wegüberführung, wird er unter der Bahn durchgeführt, eine Wegunterführung.

Über die Anlage und die bauliche Anordnung dieser Übergangswerke vgl. Schau, Brückenbau, Teil I.

Ist keine der beiden erwähnten Anordnungen getroffen worden, so kreuzt der Verkehrsweg die Bahn in Höhe der Schienenoberkante, und man erhält dann einen Wegübergang in Schienenhöhe (Plan- oder Niveauübergang).

Kreuzungen von Hauptbahnen mit andern Bahnen, welche der B. O. unterliegen, dürfen außerhalb der Einfahrtssignale der Bahnhöfe nicht angelegt werden, für Kreuzungen einer Hauptbahn mit einer Kleinbahn kann die Landesaufsichtsbehörde Ausnahmen zulassen (B. O. § 13). Kreuzungen zweier Lokaleisenbahnen oder Kleinbahnen, deren Gleise in gleicher Höhe liegen, sind statthaft.

b. Die Wegübergänge in Schienenhöhe.

I. Allgemeine Anordnung.

Wegübergänge in Schienenhöhe haben den Vorteil, daß ihre Anlagekosten geringer sind als die der Über- und Unterführungen.

Als Nachteil ist zu bezeichnen, daß sie den Verkehr stören, die Betriebssicherheit vermindern und vielfach eine dauernde kostspielige Bewachung nötig machen.

Sie sind da anzuwenden, wo die Weghöhenlinie die Schienenoberkante in gleicher Höhe trifft, oder wo diese Höhe mit geringen Erdarbeiten, durch Auf- oder Abtrag leicht erreichbar wird, sowie dann, wenn eine andere Art der Anordnung nach Lage der Geländeverhältnisse nicht angängig ist.

Zu vermeiden sind sie bei Hauptbahnen und, wenn angängig, auch bei Nebenbahnen bei Kreuzung mit verkehrsreichen Straßen, vor allem vor Bahnhöfen wegen der daselbst vielfach nötigen Ver-

schubbewegungen der Züge, bei unübersichtlichem Gelände, so vor Tunneln und längeren in Krümmung liegenden Einschnitten.

Beim Bau von Lokal- oder Kleinbahnen wird man sie dagegen zur Vermeidung kostspieliger Unter- und Überführungen vielfach anwenden.

Bei Kreuzungen einer Bahn mit Wegen ist zu beachten, daß die vorhandene Wegrichtung nach Möglichkeit beibehalten wird. Der Winkel zwischen Bahn und Wegachse darf jedoch nicht unter 30^0 betragen. Andernfalls muß eine Wegverlegung stattfinden, bei dieser soll der Übergangswinkel $\geqq 45^0$, am besten 90^0, gewählt werden. Zu spitze Krümmungswinkel verursachen ein seitliches Gleiten der Räder der Landfuhrwerke an den Schienen beim Übergang; außerdem entsteht nachts die Gefahr, daß die Pferde in das Gleis einbiegen.

Wegverlegungen werden auch dann vielfach notwendig, wenn Weg und Schienenoberkante an der Übergangsstelle eine verschiedene Höhenlage haben, so daß mittels einer Wegerampe die richtige Höhe erreicht werden muß, und sofern bei Annahme der zulässigen Neigungsverhältnisse eine Längenentwicklung erforderlich wird.

Auch werden Wegverlegungen durch Erreichung günstiger Geländeverhältnisse und damit bedingter geringerer Erdarbeiten, oder durch Rücksichten auf Vermeidung kostspieligen Grunderwerbs durch Verminderung der Dammbreiten, oder durch Rücksichten auf Durchschneidung, Zugängigmachung und günstigere Bewirtschaftung der Grundstücke hervorgerufen. Zu empfehlen ist die Verlegung des Übergangs möglichst an eine Stelle, wo Schienenoberkante in Geländehöhe liegt. Höhen- und Längenverluste sind bei allen Wegverlegungen zu vermeiden.

Von größter Wichtigkeit ist zur Verhütung von Unfällen besonders bei nicht abgesperrten Wegübergängen eine gute Übersichtlichkeit der Gesamtanlage, welche sogar durch Abgraben des Geländes bei nicht zu teuerm Grunderwerb herzustellen ist. Sowohl der Weg als auch die Bahn soll inner-

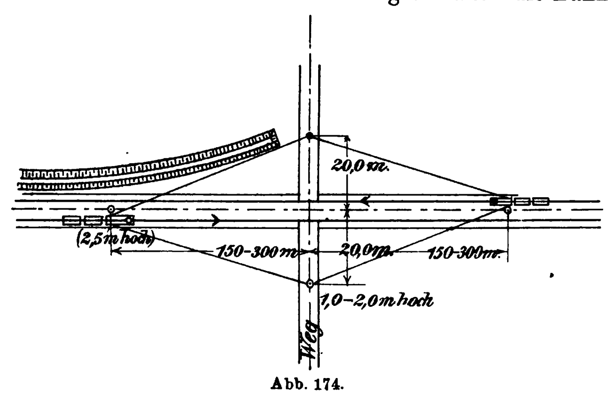


Abb. 174.

halb zweier begrenzender Sehlinien zu überblicken sein, welche je nach den Neigungsverhältnissen der Bahn beiderseits 150 bis 300 m von dem Kreuzungspunkte entfernt in Augenhöhe des Lokomotivführers (etwa 2,5 m über S. O.) sich befinden und beiderseits nach 2 Punkten in der Wegachse gerichtet

sind, welche mindestens 20 m von der Bahnachse entfernt und 1—2 m über dem Wege liegen (Abb. 174). Etwa vorhandene Schneedämme sind entsprechend abzuschwenken, Baumpflanzungen auf den Wegerampen oder deren Nähe, welche die Übersichtlichkeit behindern, sind zu vermeiden. Zur Verbesserung der letzteren werden vielfach auch Wegverlegungen gefordert.

II. Die bauliche Anordnung.

Die Festsetzung aller Hauptabmessungen der durch den Bahnbau bedingten neuen Weganlage erfolgt auf Grund der landespolizeilichen Prüfung, bei welcher außer den zuständigen Provinzialbehörden die betreffenden Gemeinden und sonstige Beteiligte zur Wahrnehmung ihrer Angelegenheit vertreten sind. Hierbei dienen die Breiten-, Neigungs- und Krümmungsverhältnisse des überzuführenden Weges oder naheliegender ähnlicher Wege während ihres Gesamtverlaufs als Anhalt, unter Berücksichtigung des Verkehrs.

Bei einem Wegübergange in Schienenhöhe kommt nach Festsetzung der Hauptmessungen in Frage: die Anordnung der Rampenkanäle, der Übergangsstelle, der Verschlußvorrichtungen und der Warnungstafeln.

Im folgenden sollen einige Anhaltspunkte für die Wahl der Abmessungen und deren Ausführung der Gesamtanordnung gegeben werden.

1. Die Breite.

Die Breite richtet sich nach dem Zweck, den Eigenschaften und der Lage des Weges.

Für Fußwege genügt eine Breite von 1,0—2,0 m, für Feld- und Waldwege 4,0—5,0 m; gegebenenfalls ist beim Verkehr breiter landwirtschaftlicher Maschinen eine Verbreiterung erforderlich; für Gemeindewege wählt man 5—6,0 m; für Kunststraßen auf dem Lande 6—8,0 m; bei städtischen Straßen werden die Breiten nach dem zu erwartenden Verkehre bemessen.

Die Rampenbreite soll ebenso breit wie die des übrigen Weges sein, sowohl im Planum als auch in der Steinbahn. An den Übergangsstellen wird jedoch meist eine Einschränkung der Breite um 1,0 m ausgeführt, das Materialienbankett bei Kunststraßen und Gemeindewegen führt man dann nicht durch; nur bei städtischen Straßen und Ortsstraßen und sonstigen stark benutzten Wegen ist die ganze Breite durchzuführen.

2. Neigungsverhältnisse.

Die Größe der Rampenneigungen richtet sich ebenfalls nach den im Wege vorhandenen oder bei naheliegenden gleichartigen Wegen ausgeführten Neigungen, sowie nach dem Verkehr und der Geländegestaltung.

Die Steigung wird bei Straßen gleicher Bedeutung im Flachlande flacher als im Hügellande, im Gebirgslande am steilsten sein.

Sie kann gewählt werden:

	Bei Kunststraßen (Chausseen)	Bei stark benutzten öffentlichen Wegen	Bei Wald- und Feldwegen
im Flachland:	≤ 1 : 40 (2,5 %)	≤ 1 : 20 (5 %)	< 1 : 20 (5 %)
im Hügelland:	≤ 1 : 25 (4 %)	< 1 : 15 (6,67 %)	< 1 : 7 (14,28 %)
im Gebirge:	≤ 1 : 20 (5 %)	≦ 1 : 10 (10 %)	≤ 1 : 7 (14,28 %)

Die Neigung 1 : 12 ist nur in dringendsten Fällen zu überschreiten.

Die Art der Fahrbahnausbildung muß bei der Wahl der Neigungsverhältnisse mit berücksichtigt werden.

Rampen, die nach der Bahn zu fallen, erhalten zweckmäßig eine geringere Neigung als steigende.

Rampen für Fuß- und Karrwege legt man vielfach in die Bahnböschungen, wobei auch die ortsüblichen Steigungen zu wählen sind.

Außerhalb der Schranken werden zweckmäßig noch kurze, wagerechte oder nur mäßige, bis 1:50 (2 %) geneigte Wegstrecken eingelegt, auf welchen die Fuhrwerke derart halten können, daß der Wagen bereits annähernd wagerecht steht, wenn die Pferde die Schranke erreichen; ein bequemes Anhalten und Wiederanfahren der Wagen wird dadurch ermöglicht.

Für Kunststraßen wird nach T. V. § 17 diese Anordnung gefordert. Wegen des bessern Wasserabflusses ist eine schwach geneigte Strecke vorzuziehen.

Die Länge dieser wagerechten oder schwach geneigten Strecke beträgt bei Dämmen 6—7,5 m, bei Einschnitten mit Rücksicht auf das Gefälle gegen die Bahn 12—15 m; daran schließt sich dann die Rampenneigung.

Die Fahrbahn erhält mit Rücksicht auf günstige Abwässerung vielfach von den Schienen ab ebenfalls ein Gefälle 1 : 50 bis 1 : 45 für 2 bis 3 m Länge, entsprechend einer Höhe von 5—6 cm.

Eine gleiche Anordnung ist auch beim Fehlen der Schranken bei Nebenbahnen und Kleinbahnen zu empfehlen.

Einschnittsrampen sind wegen der Gefahr der Schneeverwehungen, wegen des schwierigen Anhaltens der Fuhrwerke im Gefälle und, sobald die Übersichtlichkeit leidet, besonders bei Anlage der Bahn in Krümmungen zu vermeiden.

3. Die Krümmungsverhältnisse.

Die Krümmungen der Wegeverlegungen richten sich nach den im Wege vorhandenen Bogen und nach dem Verkehr. Im allgemeinen kann man die Lage des Landfuhrwerks oder bei Landholzfuhren die der Ladung als noch zulässigen Halbmesser der Krümmungen annehmen.

Der kleinste zulässige Halbmesser bei Chausseen und für Wege mit Langholzverkehr beträgt 30 m. Ist der Halbmesser der Mittellinie ≤ 75 m,

so ist eine angemessene Verbreiterung der Straße bzw. der Steinbahn nötig. Für öffentliche Landwege wählt man den Halbmesser $>$ 15—25 m, für Feld-, Wald- und Wirtschaftswege $\geq$ 6—15 m.

Unnötige Gegenkrümmungen sind besser zu vermeiden. Die Zwischengeraden zwischen Gegenkrümmungen sind mindestens gleich dem größten Radstande der Fahrzeuge, gewöhnlich = 10—20 m, im ungünstigsten Falle $\geq$ 4,0 m zu machen.

Die eigentliche Übergangsstelle zwischen den Planumskanten der Bahn legt man zweckmäßig in die Gerade.

4. Bauliche Ausbildung.

a. Die Rampen.

Fallen bei unbefestigten Übergängen die anschließenden Wegteile stark gegen die Bahn zu, so empfiehlt es sich in 8 bis 10 m Entfernung vom Gleis Querrinnen anzuordnen, welche durch Regengüsse herbeigeführten Sand aufnehmen und diesen von den Gleisen fernhalten. Betriebsunfälle werden so vermieden. Das Wasser wird durch Rinnen in die Seitengräben abgeführt und so vom Gleise ferngehalten.

Steile Rampen werden abgepflastert, flach geneigte erhalten die gleiche Befestigung wie der Weg im übrigen Laufe. Die Bekiesung und Besandung darf wegen der Gefahr des Zerstörens bei starken Regengüssen in größerer Neigung als 1 : 20 nicht angewendet werden.

Rampen im Auftrag müssen seitlich durch Einfriedigung begrenzt werden. Geschieht der Abschluß durch Hecken, so ist, um ein günstiges Anwachsen derselben zu erzielen, seitlich der Rampe je 0,3 bis 0,5 m an Breite zuzugeben.

Bei Anlage der Rampen soll bei eingleisiger Bahn gegebenenfalls ein Ausbau für ein zweites Gleis mitberücksichtigt werden.

b. Die Übergangsstelle.

Die Ausfüllung des Raumes zwischen den Gleisen an der Übergangsstelle erfolgt nach T. V. § 17 ohne Wölbung, damit den Landfuhrwerken der Übergang erleichtert wird. Er wird durch die erforderliche Spurrinne unterbrochen, welche 97 mm breit (Einschränkung auf 45 mm unter besonderen Verhältnissen möglich) und auch bei größter Abnutzung der Schiene mindestens 38 mm tief sein soll. Bei Spurerweiterung in Krümmungen muß der Raum für den Spurkranz um das Maß derselben über 67 mm vergrößert werden. Im übrigen soll die Wegefahrbahn möglichst fest, glatt und eben hergestellt werden.

Das Gleis wird an der Übergangsstelle am besten in ein Schotterbett auf Packlage verlegt; das Schotterbett erstreckt sich seitlich noch 25 cm über die Schwellenköpfe hinaus; daran schließt sich der Länge der Straße nach eine Pflasterstrecke von 3—6,0 m, welche den Zugtieren das Anziehen der Fahrzeuge nach dem Halten erleichtern soll. An die Pflasterstrecke

fügt sich die gewöhnliche Straßenbefestigung an. Die Schotterbettung wird mit Steingrus bedeckt. Die Spurrinne wird durch die Lokomotive in den Steinschlag eingefahren.

Bei starkem Verkehr ist eine Pflasterung zwischen den Gleisen zu empfehlen.

Die Spurrinne wird dabei durch Einlegen entsprechend behauener Pflastersteine oder durch Ausfüllung mit Steinschlag hergestellt. Um ein sicheres Halten des Pflasters zu erzielen, wird die nötige Unterbettungshöhe durch Tieferlegen der Querschwellen geschaffen, wodurch bei Holzquerschwellen durch unmittelbar unter die Schiene gelegte Langschwellenfutterklötze und bei Eisenquerschwellen durch gußeiserne Hakenplatten, welche jetzt auch für Holzschwellen Verwendung finden sollen (vgl. S. 79), die richtige planmäßige Höhe der Schienen erzielt wird.

Die Pflasterung hat vor den Steinschlagdecken den Vorzug, daß sie bei Nachstopfen der Gleise leichter entfernt werden kann.

Für sehr wenig benutzte Übergänge genügt eine Bekiesung.

Um den nachteiligen Einwirkungen der Nässe und des Frostes entgegenzutreten, ist auf eine besonders tiefe und gute Bettung aus durchlässigen Baustoffen, sowie auf sorgfältige Entwässerung, sowohl der Bettungssohle (Rigolen!) als der Oberfläche, Bedacht zu nehmen.

Vor allem muß bei Steinschotter durch schnelle Abführung des Tageswassers eine Hebung der Spurrinne durch den Frost vermieden werden, da sonst leicht Entgleisungen entstehen.

Eine Sicherung der Rille durch Streichschienen ist nicht erforderlich; nur bei sehr schiefen und stark befahrenen Übergängen, z. B. bei solchen auf Bahnhöfen, die von Landfuhrwerk viel benutzt werden, gelangen sie zur Ausführung. Ihre Ausbildung muß so sein, daß die Zugtiere sich nicht mit den Hufen festklemmen können. Die Haarmannsche Schwellenblattschiene mit angeschraubter Spurrillenschiene hat sich hierfür gut bewährt.

Seit 1911 sind Spurrillenschienen, die für die verschiedenen Oberbauarten besonders gewalzt werden, zur Einführung gelangt. Diese werden mit den Stammschienen verschraubt und tragen zur Schonung des Gleismaterials und zu einem ruhigeren Fahren der Fuhrwerke, besonders auch der Automobile bei, so daß die seitlichen Stöße ihrer Räder gegen die Schienen vermindert und so geringere Gleisunterhaltungskosten nötig werden.

Sie gelangen bei Wegübergängen auf geraden Strecken und in Krümmungen bis 900 m Halbmesser zur Anwendung. In scharfen Krümmungen werden die Leitschienen auch in Überwegen durchgelegt.

Findet ein Übergang über eine zweigleisige Bahn in einer Krümmung statt, so ist zur Vermeidung zu großer Unebenheiten in der Fahrbahn des Weges die Überhöhung lediglich durch Heben der äußeren Schiene des äußeren Gleises und durch Senken der innern Schiene des innern Gleises auszuführen; die mittleren Schienen behalten so die vorgeschriebene gleiche Höhe (Abb. 175, S. 184).

Das Gleis an der Übergangsstelle ist so herzustellen, daß Nacharbeiten nur sehr selten nötig werden, und die Gleisbewegungen unter den Betriebslasten möglichst eingeschränkt werden. Bei Holzschwellen wurden daher bislang überall hakenförmige Stoßunterlagsplatten verlegt, bei eisernen Quer-

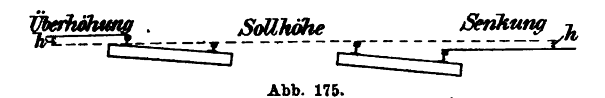


Abb. 175.

schwellen und neuerdings auch bei Holzschwellen werden die oben erwähnten gußeisernen Hakenplatten verwendet.

Außerdem dürfen Stöße, besonders wegen des erforderlichen Nachziehens der Laschenschrauben, nicht in den Übergang gelegt werden. Man vermeidet dies durch für Wegübergänge besonders hergestellte Schienenlängen s. S. 56.

c. Die Rampenkanäle.

Zur Durchführung der Bahngräben unter den Wegerampen hindurch werden einfache Durchlässe aus Röhren, Mauerwerk oder Plattendurchlässe nötig.

Dieselben lassen sich vermeiden, wenn die Scheitelpunkte der Grabengefälle an die Übergangsstelle gelegt werden können. Das Niederschlagswasser der Wege wird entweder von der Bahn weg oder, wo dies, wie bei Einschnittsrampen, nicht angängig ist, in die Bahngräben geleitet. Der Durchmesser der Röhrendurchlässe, welche aus gebranntem Ton, Gußeisen, Zement u. dgl. hergestellt werden können, soll wegen Verhütung von Verstopfungen ≥ 30 cm sein.

Die Kanaloberkante soll bei zerbrechlichen Röhren möglichst tief, bei Wegen mindestens 0,20 m unter der Chaussierungs-, bei Eisenbahnen mindestens 0,40 unter der Bettungsunterkante liegen, s. auch Schau Brückenbau Teil I, S. 36 u. fgd.

d. Die Schranken oder Verschlußvorrichtungen.

Bei Kreuzung eines Weges mit einer Hauptbahn sind die Übergänge mit Schranken zu versehen; ob gegebenenfalls bei Kreuzung mit Nebenbahnen Schranken anzuordnen sind, bestimmt die Aufsichtsbehörde (B O. § 18).

Bei Lokaleisenbahnen sind Verschlußvorrichtungen nur ausnahmsweise bei besonders lebhaftem Verkehr notwendig.

Die Schranken müssen bei jeder Stellung mindestens 0,5 m von der Umgrenzung des lichten Raumes abstehen, also auch im verbogenen Zustande, welcher durch Witterungseinflüsse leicht eintreten kann. Mehr als 3,0 m soll der Abstand von Gleismitte jedoch nicht betragen, da andernfalls dadurch die Länge der Gefahrstelle unnötig vergrößert würde. Aus demselben Grunde werden die Schranken auch gleichlaufend zu den Gleisen an-

genommen, nur bei sehr spitzem Kreuzungswinkel ordnet man sie auch senkrecht zur Straßenachse an, um die Länge der Anordnung zu verringern.

Die Schranken sollen fest und dauerhaft gebaut, dabei jedoch möglichst leicht beweglich und leicht sichtbar sein. Ein Abschluß durch eine Vergitterung oder einen Behang zum Schutz gegen das Durchkriechen der Kinder und des Kleinviehs muß gegebenenfalls vorgesehen werden. Die lichte Weite der Schranken soll bei öffentlichen Wegen mit Rücksicht auf landwirtschaftliche Maschinen $\geq$4,5 m sein, im allgemeinen ist sie gleich der nutzbaren Breite der Wegübergänge zu machen; bei größerer Breite als 7,0 m ist eine Einschränkung auf dieses Maß erwünscht. Ist diese nicht zulässig, so kann man die Schranken in solche für Fuß- und Fahrverkehr teilen.

Die Rampenbreite vor der Schranke soll mindestens 1,0 m breiter sein als die Schrankenweite.

Die Schranken werden entweder

1. unmittelbar von dem am Übergange stehenden Schrankenwärter bedient, oder

2. mittels Drahtzuges auf eine mehr oder minder große Entfernung gestellt, oder

3. bei geringerem Verkehr für gewöhnlich verschlossen gehalten und nur bei Bedarf geöffnet, sofern es ohne Gefahr geschehen kann (B. O. § 46, [8]) oder

4. zeitweilig ganz verschlossen gehalten, wie z. B. die Schranken an unbedienten Übergängen von Privatwegen (B. O. § 46, [9]).

Im ersten Falle verwendet man Schiebe-, Einhänge-, Ketten-, Dreh-, Tor- oder Schlagbaumschranken. Die Bedienung soll bei diesen von derjenigen Bahnseite aus geschehen, an der sich der Aufenthaltsraum des Wärters (Wärterbude) befindet, damit ein Überschreiten der Gleise durch den Wärter vermieden wird. (T. V. § 19.)

Im zweiten Falle kommen Schlagbaum- oder Torschranken in Frage. Meist werden diese von Wärtern bedient, die in einiger Entfernung ihren ständigen Aufenthalt haben. Die Bewegung erfolgt mittels doppelten Drahtzuges. Diese Zugschranken müssen vom Standort des bedienenden Wärters aus übersehen werden können. Ist derselbe mehr als 50 m entfernt, so sind sie nur bei Übergängen mit schwachem Verkehr zulässig. Für gerade Strecken ist eine größere Entfernung als 600 m nicht statthaft, bei Bogen sollte sie nur zweckmäßig 300 bis 400 m betragen.

Zugschranken müssen von Hand geöffnet und geschlossen werden können und mit einer Glocke versehen sein, die vom Standorte des Wärters aus bedient werden kann. Vor dem Schließen der Zugschranke ist stets zu läuten (B. O. § 18 u. 46). Nach jeder Endstellung hin sollen die mit Gewichtsausgleichung auszurüstenden beiden Schlagbäume verlangsamte Bewegungen ausführen; selbsttätige, zwangsläufige Vor- und Rückläutewerke sind anzubringen. Das Vorläuten muß stets rechtzeitig vorher geschehen, damit ein Einschließen der die Bahn kreuzenden Personen oder Fuhrwerke nicht eintritt.

Bei dem selbständigen Öffnen durch verkehrende Personen muß ein Rückläutewerk den Wärter auf diesen Vorfall aufmerksam machen. Bei Drahtbrüchen sollen die Schranken sich selbsttätig langsam schließen.

Schlagbaumschranken haben in der Regel eine lichte Weite von 4,5—12,0 m; Ketten-, Schieb-, Roll- und Drehschranken werden nur für Weiten von 4—8 m benutzt. Schrankenhöhe etwa 1,0 m.

Bei Dunkelheit sind die Übergänge der verkehrsreichen und alle mit Zugschranken versehenen öffentlichen Wege zu beleuchten, solange die Schranken geschlossen sind (B. O. § 49).

Für gewöhnlich geschlossen gehaltene Übergänge müssen mit einem Klingelzuge zur Benachrichtigung des Wärters versehen sein.

Wegübergänge innerhalb der Bahnhöfe sind zu überwachen, solange sie von Zug- und Verschubbewegungen berührt werden (B. O. § 46).

Für Fußwege sind Drehkreuze oder Drehtüren zulässig. Dieselben sind so eingerichtet, daß sie vom Fußgänger zum Durchgang geöffnet werden, sich selbsttätig schließen oder aber von ihm wieder in eine abschließende Lage zu bringen sind, ehe ihm das Weitergehen ermöglicht ist.

Die Schranken werden aus Holz oder Eisen hergestellt. Der Anstrich der Schrankenbäume soll weiß sein und das Landeshoheitszeichen tragen.

e. Die Warnungstafeln.

Sämtliche Wegübergänge bei Hauptbahnen und verkehrsreiche Wegkreuzungen bei Nebenbahnen müssen mit Warnungstafeln versehen sein. Die Tafeln sind da aufzustellen, wo Fuhrwerke und Tiere angehalten werden müssen, wenn die Schranken geschlossen sind oder ein Zug sich nähert (B. O. § 18).

Sie werden am Fuß der Rampen oder 10—20 m vor der Schranke aufgestellt, bei Neben- und Lokalbahnen mindestens 4,0 m vom Gleis entfernt und enthalten die betreffenden bahnpolizeilichen Vorschriften. Die Tafeln sind aus Holz oder besser aus verzinktem Eisenblech und mit erhabener Schrift versehen. Als Pfosten dienen alte Siederohre oder Eisenbahnschienen.

f. Die Läutetafeln.

Übergänge ohne Schranken sind von den Zügen mit besonderer Vorsicht zu befahren. Je nach ihrer Bedeutung und ihrer Übersichtlichkeit hat der Lokomotivführer die auf jeder Lokomotive oder Triebwagen einer Nebenbahn befindliche Läutevorrichtung von einem als Tafel ausgebildeten Kennzeichen ab in Tätigkeit zu setzen, oder zu läuten und mit der Dampfpfeife ein Achtungssignal zu geben, oder auch außerdem die Geschwindigkeit auf eine bestimmte Größe zu ermäßigen, oder auch den Zug zum Halten zu bringen. Durch Tafeln, welche in der entsprechenden Entfernung von Übergängen aufgestellt und für welche einheitliche Formen festgesetzt sind, wird ihm die betreffende Maßregel vorgeschrieben.

g. Die Wärterbuden.

Meist wird als Dienstraum für den bei Schranken- und Bahnbewachungsdiensten beschäftigten Wärter eine Wärterbude neben der Bahn angeordnet,

von welcher ein möglichst guter Überblick über die Strecke gewonnen werden kannn.

Sie werden mit Abmessungen von 2 bis 3,0 m lichter Breite und Länge aus Mauerwerk, Fachwerk, Holz oder Wellblech hergestellt. Liegt die Tür nach dem Gleis zu, so ist eine kleine Schranke aufzustellen, welche den Wärter vor unüberlegtem Betreten des Gleises schützen soll. Neben jeder Wärterbude befindet sich ein Glockenwerk zur Abgabe der Signale des Zugmeldedienstes.

2. Parallelwege.

Da Wegübergänge in Schienenhöhe im Verlauf der Bahn der Betriebssicherheit und der Kostenersparnisse wegen nicht zu dicht aufeinander folgen dürfen, so führt man, sofern mehrere Wege kurz hintereinander gekreuzt werden, die wichtigeren mittels eines Übergangs in der oben unter B. 1 dargestellten Weise über die Bahn hinweg, während die übrigen durchschnittenen Wege beiderseits an der Bahn entlang bis zu dem hergestellten Übergange geleitet werden, in welchen sie dann einmünden.

Diese der Bahn gleichlaufenden Wege heißen Parallel- oder Seitenwege. Auch werden Seitenwege häufig nötig, um die Zugänglichkeit der durch die Bahn zerschnittenen Grundstücke wieder herzustellen.

Für die dadurch bedingten Umwege werden die Anlieger meist einmalig entschädigt.

Parallelwege erhalten eine Breite von 5 bis höchstens 8,0 m, häufig werden sie so breit angelegt, wie der breiteste Weg, den sie aufnehmen sollen. Zwischen Parallelweg und Bahn liegt fast immer der Bahngraben; außen am Parallelwege ist vielfach ein kleiner Graben angelegt, um das Wasser der Fahrbahn des Parallelweges, welcher stets ein von der Bahn und den Bahngraben abweisendes Gefälle erhalten soll, sowie das Wasser aus Ackerfurchen usw. aufzunehmen.

Die Fahrbahn ist bei Seitenwegen an stark geneigten Bergabhängen gegen ein Auswaschen bei heftigen Regengüssen zu sichern; in flachen Gegenden genügt ein Ausgleichen der größeren Unebenheiten, einer besonderen Sicherung bedarf es meist nicht.

3. Ausrüstung der freien Strecke.

Nach B. O. § 17 ist die Bahn mit Abteilungszeichen und Neigungsweisern zu versehen.

a. Die Abteilungszeichen.

Die Abteilungszeichen, auch Nummer- oder Stationssteine genannt, geben die Entfernung vom Anfangspunkt der Bahnlinie an, sie dienen zur Erleichterung der Übersicht beim Betrieb und bei der Bahnunterhaltung. Die Abteilungszeichen sollen bei Hauptbahnen in einem Abstand von 100 m stehen, bei Nebenbahnen beträgt die Entfernung 1000 m; eine Zwischenteilung auf je 100 m ist jedoch erwünscht.

Man stellt Abteilungszeichen aus Stein, Holz oder Eisen her, sie werden zweckmäßig so ausgebildet, daß die Kilometerzahl nach beiden Richtungen der Bahn bequem erkennbar ist.

b. Die Neigungszeiger.

An allen Neigungswechseln der Hauptbahnen sind Neigungszeiger anzubringen, welche die Neigung nach beiden Richtungen und die dazu gehörige Streckenlänge zwischen den Wechselpunkten angeben. Bei Nebenbahnen ist an den Enden der Strecken, wo die Verbindungslinie zweier 500 m voneinander entfernter Punkte der Bahn stärker als 6,67‰ (1 : 150) geneigt ist, ein Neigungszeiger anzuordnen.

Die Neigungszeiger werden aus Holz oder Eisen hergestellt und sollen so aufgestellt werden, daß sie dem heranfahrenden Lokomotivführer die Neigung der vor ihm liegenden, noch zu befahrenden Strecke deutlich erkennbar machen. Die Schilder, welche vielfach die Form langer zungenartiger Arme haben, werden am besten rechtwinklig zur Bahnachse, wohl auch im Winkel von 60—80° gegen diese geneigt aufgestellt, um bereits in größerer Entfernung erkannt und gelesen werden zu können. Die Höhe ist so zu wählen, daß auch bei Dunkelheit die Zeiger noch vom Lichtkegel der Lokomotivlaternen getroffen werden können.

Die Aufsichtsfläche der Arme wird weiß mit schwarzer Schrift, die Rückseite schwarz gestrichen.

c. Die Bogentafeln.

Außer diesen durch die B. O. vorgeschriebenen Zeichen werden auch noch Bogentafeln oder Bogensteine verwendet. (Auch Kurventafeln oder Kurvensteine genannt.) Diese werden am Bogenanfang und Bogenende, und zwar am Tangentenpunkte bzw. in Mitte des Übergangsbogens aufgestellt, um den Bahnaufsichtsbeamten die Beurteilung der richtigen Gleislage und gegebenenfalls deren Verbesserung zu erleichtern.

Sie erhalten als Angabe den Bogenhalbmesser in m, die Überhöhung in mm, die Spurerweiterung in mm und die Länge des Übergangsbogens in m. Auch die Bogenlänge in m wird bisweilen angegeben.

d. Bahnmeistereigrenztafel. Bahnwärterkontrolltafel.

Der Dienstbereich der einzelnen Bahnmeister wird durch besondere Bahnmeistereigrenztafeln angegeben die dem Bahnwärter unterstellten Strecken erhalten Bahnwärterkontrolltafeln, an welche der Bahnwärter bei jeder Begehung die dieselbe anzeigende Kontrollnummer anzuhängen hat.

4. Die Einfriedigungen.

Einfriedigungen müssen bei Hauptbahnen überall da angelegt werden, wo die Gestaltung der Bahn und die Bahnbewachung nicht hinreichend erscheint, um Menschen oder Vieh vom Betreten der Bahn abzuhalten. Zwischen der Eisenbahn und den Wegen, die unmittelbar neben der Bahn in gleicher Höhe oder höher liegen, sind Schutzwehren anzuordnen. Ob und in welchem Umfange bei Nebenbahnen an Wegen Schutzwehren anzulegen sind, bestimmt die Aufsichtsbehörde (B. O. § 18 und T. V. § 23).

Sie sind daselbst meist nur auf gefährliche Stellen der Bahn zu beschränken und in der Regel entbehrlich, wenn die Fahrgeschwindigkeit von 40 km in der Stunde nicht überschritten wird.

Als Schutzwehren und Einfriedigungen der Bahn kommen hauptsächlich in Frage:

1. Hecken aus Weißdorn, Schwarzdorn, Fichten, Akazien, Hainbuchen usw. Diese werden etwa auf 1,25 m Höhe gehalten und erfordern geringe Anlage- und Unterhaltungskosten; sie sind daher sehr zu empfehlen.
2. Drahtzaun, mit 4—5 mm starkem, verzinktem, an Holzpfosten befestigtem Drahte. Pfostenentfernung etwa 2,5 m; Pfosten 2,0 m lang, 0,8 m tief eingegraben, aus Rund- oder Spaltholz; auch alte Bahnschwellen können Verwendung finden.
3. Holzzäune: Spriegelzäune, Schluchterwerke, Bretter- und Lattenzäune.
4. Schutzgeländer aus Holz oder Eisen oder unter Verwendung beider Baustoffe.
5. Steineinfriedigungen.
6. Gräben mit Seitenaufwürfen.

Eine lebendige Hecke macht meist erst eine vorherige Einfriedigung mittels Drahtzaun, Schluchterwerkzaun oder dgl. nötig, bis sie genügend herangewachsen ist.

Wo Schneeverwehungen zu befürchten sind, dürfen jedoch derartige Anpflanzungen nicht bewirkt werden, sondern es sollen nur sehr durchlässige Zäune (Drahtzäune) zur Anwendung gelangen. Der Billigkeit wegen werden alte Schwellen und Schienen zu Einfriedigungen verwertet, jedoch wirken dieselben im Landschaftsbilde meist recht unschön.

Zur Verhütung des Anfahrens an das Geländer werden Prellsteine erforderlich, welche 1,2 m lang und $^{30}/_{20}$ cm stark zu wählen sind. Diese werden ebenso wie das Geländer weiß gestrichen. Die Köpfe der Prellsteine müssen schwarz geteert, die Geländer schwarz abgesetzt werden, damit sie auch im Winter bei Schnee sichtbar sind.

5. Schutzanlagen gegen Feuer und Windbruch.

In Waldungen, Heiden und trockenen Mooren ist längs der mit Dampfkraft betriebenen Bahn zur Sicherheit gegen Brände ein Streifen wund zu halten oder nur in solcher Weise zu benutzen, daß die Fort-

pflanzung des Feuers gehindert wird. Die Breite des Steifens ist nach der Örtlichkeit zu bestimmen. Derselbe Zweck kann auch durch Anlage von Schutzgräben erreicht werden, welche in entsprechender Entfernung vom Bahngleise anzulegen und von brennbaren Gegenständen reinzuhalten sind. Holzbestände, welche einen das Bahngleis gefährdenden Umbruch (durch Wind) befürchten lassen, sind zu beseitigen (T. V. § 27).

Die Gefahr eines Brandes wird durch die glühenden Kohlenstücken hervorgerufen, welche aus dem Schornstein oder aus dem Aschenkasten der Lokomotive herausfliegen. Sie wächst mit der Größe und dem Hitzegrade der Stücke und der Stärke des Windes; sie ist abhängig von der Windrichtung, von der Entzündbarkeit des Bodenüberzuges und der Art des Bodens.

Bislang wurde in Preußen zu beiden Seiten der Bahn ein 8 bis 16 m breiter Streifen von Holz geräumt, sofern nicht die Bahn so tief ins Gelände einschnitt, daß durch die Böschungsbreiten das angegebene Maß des Schutz- und Sicherungsstreifens übertroffen wurde oder eine Versandung der Fläche infolge Abholzens und gemäß ihrer Bodenbeschaffenheit zu erwarten war.

Etwa 40 m von der Planumskante der Bahn entfernt, innerhalb des Holzbestandes, wurden Sicherheitsgräben mit 0,6 m Sohle und 2,6 m oberer Breite (Feuergräben) entlang der Bahn, und rechtwinklig dazu, im Abstande von 80 m, wurden ebenfalls Gräben nach dem Sicherheitsstreifen gezogen. Diese mußten stets wund, d. h. von jedem Anwuchs freigehalten werden, damit so ein vor dem Graben ausbrechendes Feuer örtlich begrenzt wurde.

Die Pflanzendecke auf den Waldstreifen zwischen Sicherheitsstreifen und Feuergraben wurde möglichst entfernt, weil hierdurch eine Beschränkung der Ausbreitungsmöglichkeit des Bodenfeuers eintrat.

Für die preußisch-hessischen Eisenbahnen wird bei neuzubauenden Haupt- und Nebeneisenbahnen die Anlage und die Behandlung der Feuerschutzstreifen auf Grund folgenden, vom Forstmeister Dr. Kienitz eingeführten Verfahrens vorgenommen, durch welches die wirtschaftlichen Schädigungen auf ein möglichst geringes Maß beschränkt werden sollen.

Der Hauptschutz wird durch Anlage 12 bis 15 m breiter, mit Holz bestandener Sicherungsstreifen erreicht. Durch diesen Schutzstreifen werden alle auf den Wald zufliegenden, glühenden Kohlenteilchen aufgefangen, da sie infolge ihrer Schwere in der ruhenden Luftschicht des Schutzbestandes zu Boden fallen und weder durch, noch über den Streifen wegfliegen können. Auch soll jedes durch Funkenauswurf entstehende Feuer auf diesen Schutzstreifen von selbst erlöschen, ehe es in die Krone der Bäume aufschlagen kann. Der Boden wird deshalb frei von brennbaren Stoffen, wie Heide, Wacholder, hohes Gras, abgefallene trockene Zweige, trockenes Gestrüpp, Rohhumusmassen und dergleichen zu halten sein, welche dem im Bodenüberzug entstehenden Feuer schnell große Hitze und eine hoch auflodernde Flamme verleihen können.

Die Bäume müssen deshalb bis zu einer Höhe von 1,50 m über Boden von allen trockenen Ästen, und, soweit grüne Äste bis tief auf den Boden herabhängen, auch von diesen befreit werden. Die grünen Äste der am bahnseitigen Rande des Schutzstreifens stehenden Stämme sind jedoch niemals zu beseitigen, da sie eine Art von Mantel bilden, durch welchen die

leichten, sonst weitfliegenden Funken aufgehalten werden (Abb. 176 und 177, S. 191 und 192).

Auf trocknen und nahrungsarmen Standorten, also besonders bei Sandboden, für welche die Gefahr einer Zündung besonders groß ist, werden die

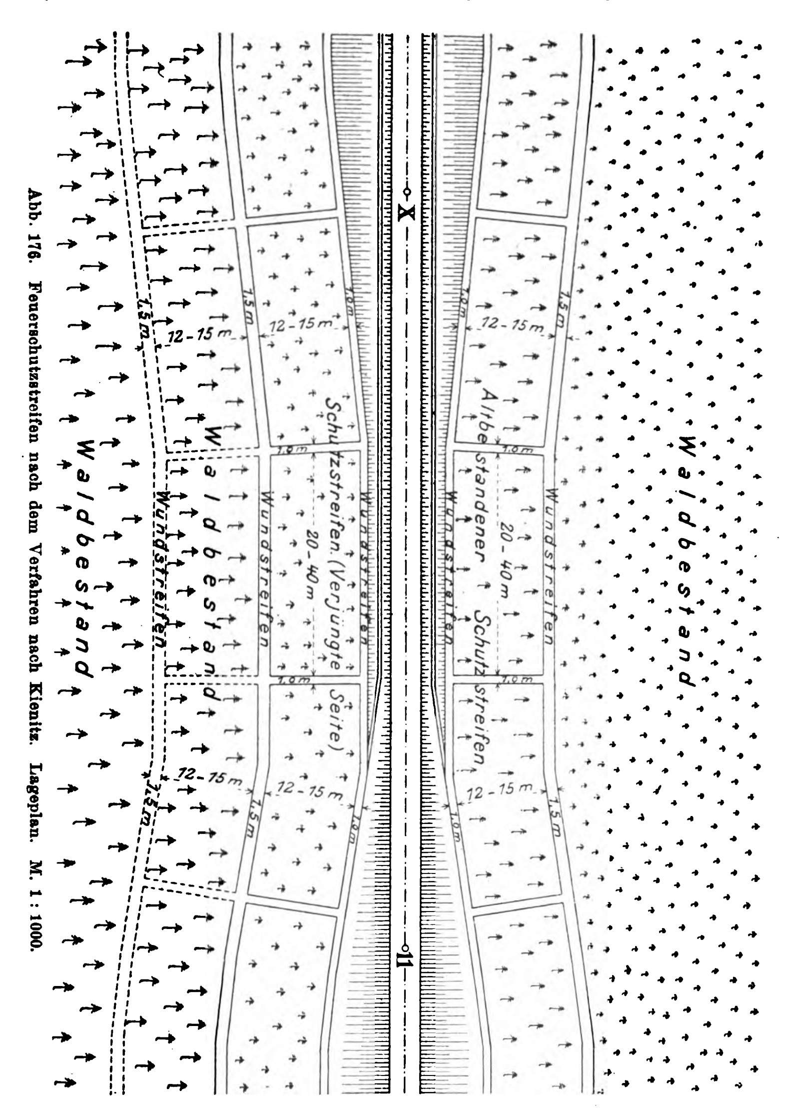


Abb. 176. Feuerschutzstreifen nach dem Verfahren nach Kienitz. Lageplan. M. 1 : 1000.

Schutzstreifen am besten mit Kiefern aufgeforstet, welche vermöge ihrer kräftigen Borke sehr widerstandsfähig gegen Lauffeuer sind, während andererseits ihre immergrünen Nadeln die Funken zu jeder Jahreszeit mit gleicher Sicherheit gefahrlos auffangen.

Für bessere Standorte kommt die Fichte in Betracht. Laubhölzer sind auf nahrungsarmem Boden nicht anzuwenden.

Um das Überlaufen des häufig vorkommenden Böschungsfeuers in den Bestand des Schutzstreifens zu verhindern, ist zwischen diesem und der Böschung ein 1,0 m breiter Wundstreifen dauernd frei von allen brennbaren Stoffen zu halten; ein ebensolcher Wundstreifen von 1,5 m Breite grenzt den Schutzstreifen gegen den hinter ihm liegenden, zu schützenden Forst ab. Die beiden Wundstreifen längs der Eisenbahnböschung und längs des zu schützenden Waldes sind je nach der Größe der Gefahr im Abstande von 20 bis 40 m durch 1 m breite Wundstreifen zu verbinden.

Älteres Laubholz und andere ungefährdete Bestände auf hinreichend frischem Boden, in dem eine Zündung nicht zu befürchten ist, werden unter Umständen durch die Unterhaltung eines Wundstreifens längs der Bahnböschung genügend geschützt.

Der Bestand auf dem Schutzstreifen wird gegenüber dem Bestande des Hauptforstes in kurzem, 60 bis 80jährigem Betriebe bewirtschaftet. Macht sich eine Verjüngung nötig, so darf niemals auf beiden Seiten der Bahn gleichzeitig ein Abholzen geschehen, sondern nur auf einer Seite und auch nicht gleichzeitig mit der Verjüngung des dahinter liegenden Bestandes. Der Bestand auf der zweiten Seite der Bahn darf erst verjüngt werden, wenn die Anpflanzung auf der ersten verjüngten Seite eine genügende Höhe, als welche die Höhe der Oberkante des Lokomotivschornsteins anzusehen ist, erreicht hat. Die gleiche Höhe muß der hinter dem altbestandenen Schutzstreifen angelegte junge Bestand des Hauptforstes erreicht haben, ehe der Schutzstreifen abgetrieben werden darf.

Hat der auf dem Schutzstreifen angelegte junge Bestand noch nicht die erforderliche Höhe von etwa 3,0 m erreicht, welche ihn befähigt, die Funken aufzufangen, oder ist das Gelände dem Winde besonders ausgesetzt, so ist die Anlage eines hinter ihm liegenden zweiten, bisweilen sogar dritten gleichlaufenden Schutzstreifens von 12 bis 15 m Breite nötig.

Bestände, die an der Außenseite eines Bogens oder gegenüber einer Blöße liegen, sind besonders

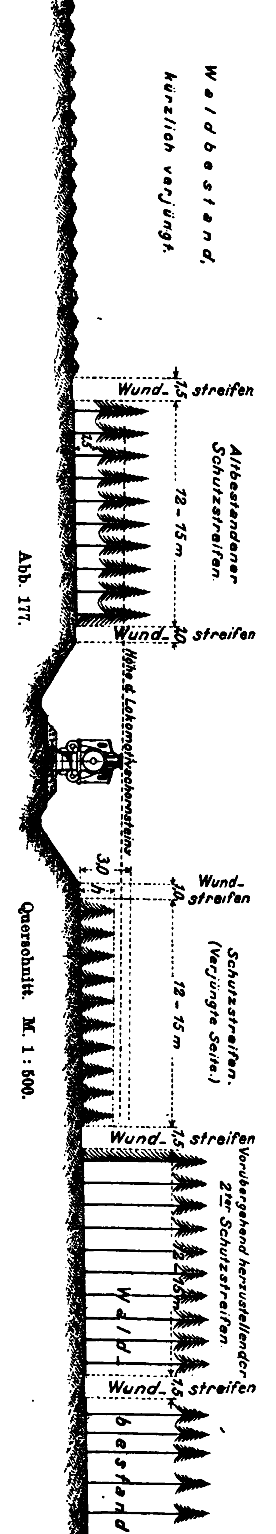


Abb. 177. Querschnitt. M. 1:500.

gefährdet und können ebenfalls die Anlage eines zweiten, gleichlaufenden Schutzstreifens an der gefährdeten Bahnseite erfordern.

Beim Neubau von Bahnen ist der Bestand längs des Bahnkörpers nur so weit abzutreiben, wie dies die Übersichtlichkeit der Strecke und die Sicherheit des Bahn- und Telegraphenbetriebes vor überfallendem Holze erfordert; je breiter die Bahngasse im Walde ist, um so leichter und weiter werden die glühenden Kohlen seitwärts in den Bestand getrieben.

Beiderseits der Bahn wird sodann der vorhandene Bestand zu den vorschriftsmäßig bestandenen Schutzstreifen umgewandelt. Bei hohem, sturmgefährdetem Bestande macht die Sicherheit des Bahn- und Telegraphenbetriebes meist einen Abtrieb nötig, dem eine sofortige Aufforstung zu folgen hat.

Die vorgeschriebenen Wundstreifen können durch befahrene Wege, vorhandene Wassergräben oder jährlich mit Seradella anzusäende Streifen ersetzt werden.

Bei trockenem Moor- oder Torfboden empfiehlt sich eine Besandung der Wundstreifen.

Das Ausästen der auf dem Schutzstreifen stehenden Bäume geschieht durch die Forstverwaltung, das Wundhalten der Wundstreifen ist Sache der Bahnverwaltung. Die Beaufsichtigung geschieht durch den Bahnmeister.

Die Wundstreifen sind dauernd wund zu halten und jährlich wenigstens einmal im Frühling sofort nach Schneeabgang von Nadeln, Laub, abgefallenen trockenen Ästen, Gras und Heidewuchs zu reinigen.

Vorteil: Die Kienitzsche Schutzstreifenanlage gestattet eine gute forstliche Bewirtschaftung bis dicht an den Bahnkörper heran.

Die bestehenden Schutzanlagen werden unter Beachtung der angegebenen Vorschriften, soweit wie nötig, nach dem neueren Verfahren umgewandelt.

Hinsichtlich der Abstände von der Bahn, welche bei Errichtung von Gebäuden eingehalten werden sollen, und hinsichtlich der Sicherung gegen das Flugfeuer der Lokomotiven sind besondere landespolizeiliche Bestimmungen zu beachten.

In Preußen besteht die Festlegung, daß leicht entzündliche Gegenstände die nicht durch feuerfeste Bedachung oder sonstige Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen von Funken oder glühenden Kohlen gesichert sind, mindestens 38 m von der Mitte des nächsten Gleises gelagert werden müssen.

Liegt die Eisenbahn auf einem Damm, so tritt zu der Entfernung von 38 m noch das 1,5fache der Dammhöhe hinzu.

Um den Lokomotivführer darauf hinzuweisen, daß er beim Heizen und Anblasen der Lokomotive möglichst vorsichtig sein soll, werden da, wo eine Feuersgefahr für die Umgebung vorliegt, die Telegraphenstangen längs der Bahn in der Höhe des Führerstandes mit einem etwa 1,0 m hohen Streifen weißer Ölfarbe angestrichen.

6. Schutzanlagen gegen Bewirtschaftung und Benutzung von Nachbargrundstücken.

Grenzstreifen: Neben dem Rande der Böschungen, der Einschnitte oder Dämme bzw. neben der Böschungskante der erforderlichen Bahngräben wird ein Geländestreifen als Schutz gegen Bewirtschaftung u. dgl. von der Bahn erworben.

An der Außenkante des Streifens entlang werden die Grenzsteine, welche die Grenzen des Bahngebietes kennzeichnen, derart gesetzt, daß die Mitten der Steine die Grenzlinie bilden.

Die Breite der Grenzstreifen wird gewöhnlich zu 0,5 bis 1,0 m angenommen. Übliche Maße sind auch bei Dämmen 0,6 m, bei Einschnitten 0,8 m. Unter besonderen Verhältnissen müssen diese Schutzstreifen noch vergrößert werden, z. B. bei Torfstechereien, um schädliche Ausweichungen des Bahnhörpers zu vermeiden.

7. Schutzanlagen gegen Schneeverwehungen.

Starke Schneefälle können, sofern die Schneeflocken kristallinisch, leicht und trocken sind und sich lose und zwanglos lagern, bei gleichzeitig herrschenden oder nachträglich eintretenden Stürmen zu Bewegungen der Schneemassen Veranlassung geben (das Schneetreiben), die durch Ablagerung an geschützten Stellen die Schneewehen erzeugen. Diese Schneewehen können für den Eisenbahnbetrieb sehr gefährlich werden, da sie bei Überlagerung der Gleise den von der Lokomotive zu überwindenden Widerstand bedeutend erhöhen und sogar ein Steckenbleiben des Zuges veranlassen können, wobei vor allem auch durch das Eindringen der Schneemassen in den Aschenkasten eine Absperrung des für die Feuerung nötigen Luftzuges hervorgerufen und das Feuer zum Verlöschen gebracht wird. Infolgedessen verliert die Lokomotive ihre Dampfspannung und Kraft.

Die Größe der Schneeablagerung hängt ab von der Stärke, Art und Dauer des Schneefalles während des Schneetreibens, von der Geschwindigkeit und Richtung des Windes, von der Menge und Beschaffenheit des bereits vorher gefallenen Schnees und von der Tiefe und Beschaffenheit des Vorlandes.

Man unterscheidet oberes Schneetreiben bei gleichzeitigem Schneefalle, bei welchem die Luft 2 bis 3 m hoch, am dichtesten in den unteren Schichten, mit Schnee durchsetzt ist, und unteres Schneetreiben, wobei nicht allein der liegende Schnee, sondern auch Laub, Mist, Bodenteilchen u. dgl. von Stürmen mit losgetrieben werden. Das untere Schneetreiben ist für den Betrieb ganz besonders gefährlich, vor allem bei flachen Einschnitten.

Die Größe der Schneeablagerung kann man auf Grund des freien Vorlandes annähernd derart bestimmen, daß bei Vorlandtiefen bis 750 m

Länge, in der Windrichtung gemessen, für je 100 m Tiefe ein Ablagerungsquerschitt von 3 bis 5,0 qm angenommen werden kann, bei mehr als 750 m Tiefe genügen 2 qm. Auch kann man auf 30 bis 100 m Tiefe des Vorlandes 1 qm Schneeablagerung rechnen und bringt bei geringerer Tiefe die größeren Angaben, bei größeren Vorlandstiefen die niedrigeren Sätze zur Anwendung. Im Gebirgs- und Hügellande, wo die Vorlandstiefen durch Senkungen im Gelände begrenzt sind, pflegen die Schneewehen selten mehr als 20 qm Querschnitt aufzuweisen.

Die Schneeverwehungen treten am häufigsten im Flachlande auf.

Am meisten sind der Gefahr der Verwehung ausgesetzt:

1. die Krone hoher Dämme, welche Täler quer zur Windrichtung durchschneiden;
2. Gleisstrecken, deren Schienenoberkante in Höhe des umgebenden Geländes oder wenig darüber oder darunter liegt;
3. flache Einschnitte bis 3,5 m Tiefe, sowie die niedrigeren Teile tiefer Einschnitte, wenn die Bahn im offenen Gelände und quer zur Windrichtung liegt;
4. Anschnitte von größerer Höhe bei gleicher Lage wie bei 3;
5. die Stellen vor und hinter Hecken oder wenig durchlässigen Einfriedigungen.

Bei hohen Dämmen füllt der Schnee infolge Stauung des Windes zuerst den unteren Zwickel am Dammfuße aus, weht dann infolge Verminderung des Ablagerungsquerschnittes an der Böschung hoch, wobei die Geschwindigkeit sehr gesteigert wird. An der Krone kann der Wind seine Richtung nicht plötzlich ändern, daher bildet sich hier ein windstiller Raum, in welchem die schweren Schneeteile sich ablagern.

In Einschnitten schreitet infolge der Querschnittserweiterung, die dem Windstrom geboten wird, die Ablagerung mit einer nach innen unter 1 : 8 bis 1 : 12 geneigten Oberflächenabdachung bis etwas über die Mitte hinaus fort, so lange, bis sich die Einwirkung der gegenüberliegenden Böschung geltend macht und eine stärkere, bis 1 : 6 geneigte Gegenböschung entsteht.

Ist der Einschnitt so tief, daß zwischen Böschungskante und Gleis genug Raum für Schneeablagerung vorhanden ist, so ist eine Verwehung nicht zu befürchten, ebenso wie bei Dämmen und Einschnitten, welche in der Windrichtung des Schneetreibens liegen. Diese werden durch den Wind reingefegt, bieten also keine Gefahr. Auch in Wäldern können Schneeverwehungen nicht entstehen, sondern nur Schneeanhäufungen infolge ruhigen Schneefalls.

Senkrecht zur Windrichtung aufgestellte Wände rufen vor der Wand eine Vorlagerung mit einer Oberflächenneigung 1 : 5 bis 1 : 7 hervor. In dem Maße wie sich die Vorlagerung vergrößert, bildet sich hinter der Wand eine etwa 1 : 12 bis 1 : 7 geneigte Hinterlagerung.

Lebende Hecken oder ähnliche dichte Einfriedigungen, wie sie z. B. bei Abgrenzung eines Seitenwegs benutzt werden, sind ganz besonders gefährlich, sofern der Bahnkörper in fast gleicher Höhe mit dem Gelände liegt,

und daher zu vermeiden. An ihrer Stelle verwendet man am besten einen Drahtzaun.

Die Ablagerung größerer, herangetriebener Schneemassen soll bei allen Windrichtungen durch die Schneeschutzanlagen verhütet werden. Nach T. V. § 26 ist auf Vorkehrungen zur Verminderung von Schneeverwehungen bereits bei Anlage der Bahn Rücksicht zu nehmen.

Die Schneeschutzanlagen werden meist gleichlaufend zur Bahn angebracht; durchweg genügt es, sie auf der Seite der vorherrschenden Windrichtung vorzusehen, seltener ist ihre Lage auf beiden Seiten der Bahn erforderlich. Bei seitlicher Windrichtung wird eine kulissenartige Aufstellung notwendig.

Sie können so ausgebildet werden, daß sie den Schnee über das Gleis hinwegführen oder ihn vor dem Gleise abfangen und zur Ablagerung bringen.

Als Anlagen ersterer Art kommen in Frage:

1. ein Anheben der Schienenoberkante bis mindestens 60 cm über Gelände,
2. Abflachungen der Einschnittsböschungen mit einer Neigung 1 : 10.

Durch beide Verfahren soll erreicht werden, daß die Krone vom Bahnkörper besser vom Winde bestrichen und der Schnee darüber hinweggeführt wird. Es entstehen jedoch beträchtliche Kosten, daher ist diese Anordnung nur bei sehr flachen Einschnitten angängig; die Abflachung erfüllt jedoch ihren Zweck nicht in genügend zuverlässiger Weise und ist daher zu vermeiden.

Zuverlässiger ist das im zweiten Falle angegebene Verfahren des Abfangens der Schneemassen. Hierbei werden benutzt Waldschutzstreifen, Zäune, Mauern, Hecken, Verbreiterungen der Einschnitte, meist mit Erdwällen verbunden, und versetzbare Schutzvorrichtungen.

Niederwaldschutzstreifen müssen eine solche Höhe, Dichte und Breite besitzen, daß der Schnee nicht hindurchtreiben kann. Am besten sind Nadelholzbäume, entweder ausschließlich aus Fichten oder solche untermischt mit Lebensbäumen, Knieholz und Kiefern zu empfehlen, da sie die Blätter dauernd behalten. Am besten sind zwei Streifen von $\geqq 12$ m Breite nebeneinander anzulegen, die abwechselnd in Zeiträumen von 12 bis 14 Jahren abgetrieben werden, damit stets genügend dichtes Unterholz vorhanden ist.

Wegen des erforderlichen bedeutenden Grunderwerbs ist die Anlage sehr teuer und daher nur auf Gegenden zu beschränken, wo das Gelände billig ist.

Meist werden daher Schneezäune vorgezogen. Diese sind aus alten Eisenbahnschwellen, Bohlen- oder Brettertafeln, Flechtwerken aus Binsen, Birkenreisig oder Weidenruten herzustellen.

Zäune müssen so weit vom Gleise abgelegt werden, daß der hinter dem Zaun sich ablagernde Schnee das Normalprofil nicht erreicht. Ihre mittlere Höhe beträgt 1,3 bis 2,0 m. Die Abmessungen, sowie die Entfernung von der Einschnittskante sind nach dem zu erwartenden Ablagerungsquerschnitte festzulegen. Die Aufstellung der Zäune geschieht entweder an der Einschnittskante oder in entsprechender Entfernung, zweckmäßig = der 8fachen

Höhe von der Bettungskante entfernt, da man dann für den Ablagerungsquerschnitt einen Höchstwert erreicht. Der Zaun erhält dabei die Höhe, welche zur Erreichung des zu fordernden Ablagerungsquerschnittes notwendig ist.

Wird für größere Schneemassen die erforderliche Zaunhöhe zu groß, so sind Doppelzäune anzuwenden, von denen der eine an der Böschungskante, der andere $\geqq$ 10 m davon vorzusehen ist.

Ist die Erwerbung des hierzu nötigen Geländes nicht angängig, so wird das Gelände gepachtet, und versetzbare Schneezäune werden aufgestellt. Diese werden aus Brettern, Latten, Hürden, Drahtgeweben oder Gitterwerk, bisweilen auch aus Eisenblech errichtet. Versetzbare Schutzwehren kommen auch noch da in Betracht, wo die Richtung des Schneetreibens sehr wechselnd ist und die Errichtung fester Schutzmittel unzweckmäßig wäre.

Die Zaunhöhe nimmt von der Einschnittsmitte nach den Enden hin zu. Bei Holzräumen läßt sich dies Anwachsen der Höhe leicht durch aufgesetzte Bretter erreichen.

Besondere Aufmerksamkeit ist dem Einschnittsrande, wo der Abtrag in den Auftrag übergeht, zuzuwenden, da hier durch schräg einfallende Winde Wirbelbildungen erzeugt werden und Verwehungen leicht eintreten können. Die Anlage eines oder zweier Deckungszäune wird meist nötig, wobei auf guten Abschluß der gefährdeten Stelle durch geeignete Linienführung der Zäune im Grundriß und richtige Höhenwahl zu achten ist.

Ist das Land billig zu erwerben, oder sind zur Erdmassenverteilung Seitenentnahmen nötig, so kann man die Einschnitte verbreitern. Die Anlage von Erdwällen mit oder ohne Zaun empfiehlt sich ebenfalls bei billigem Grunderwerb.

Lebende Hecken aus Fichten, Kiefern, Tannen sind auch ein gutes Schutzmittel, wenn sie ziemlich dicht sind und eine genügende Höhe haben. Die Pflanzen werden in 2 bis 3 Reihen gesetzt, etwa im Abstand von 0,35 m im Verbande. Bis sie die erforderliche Höhe erreicht haben, müssen Bretterwände oder Flechtzäune den nötigen Schutz gewähren.

Bei hohen Dämmen verhütet man eine Schneeverwehung durch Bepflanzung der Böschungen mit dichtem Buschwerk, zwischen welches einige Reihen Fichten gesetzt werden. Die Anpflanzungen dürfen jedoch keineswegs die Dammkronen überragen.

Treten trotz vorhandener Schutzanlagen noch Schneeverwehungen ein, so sind erstere nicht ausreichend bemessen und müssen abgeändert werden.

Man schützt am besten die gefährdete Stelle durch sofortige Errichtung von vorläufigen Hürden anstatt etwa den Schnee immer wieder aus dem Gleise schaufeln zu lassen. Bei Schneewehen arbeite man stets mit dem Winde und werfe nie den Schnee dagegen.

In der günstigen Jahreszeit hat der Bahnmeister für Instandsetzung und Bereitstellung der Hürden, Schneepflüge, Schaufeln und sonstigen Gerätschaften zu sorgen. Die Strecken sind darauf zu prüfen, ob nicht etwa im Laufe des Jahres in der Nähe niedriger Einschnitte oder flacher Stellen bauliche Anlagen, wie Hecken und Zäune oder Buschwerk angelegt sind, welche

bei Schneetreiben Veranlassung zu Verwehungen geben könnten. Zutreffendenfalls müssen die entsprechenden Gegenmaßregeln getroffen werden. Die Rottenführer und Wärter sind auf die gefährlichen Stellen der Strecke aufmerksam zu machen und mit den nötigen Anweisungen zu versehen. Die sofortige Aufstellung von Hürden, Bretterwänden u. dgl. bei eintretendem Schneetreiben ist ihnen zur Pflicht zu machen. Der Bahnmeister selbst muß beim Beginn von Verwehungen möglichst häufig die Strecke befahren und eingehend besichtigen, um rechtzeitig die nötigen Anordnungen treffen zu können.

Eine größere Anzahl von Hürden oder versetzbaren Zäunen sollen stets überzählig in Bereitschaft gehalten werden, damit man sie an unvermuteten Gefahrpunkten sogleich verwenden kann.

Bei Schneetreiben muß die Überwachung der Strecke und der beim Schneeschaufeln beschäftigten Arbeiter durch die Bahnwärter und Rottenführer mit ganz besonderer Sorgfalt geschehen, da unter diesen Umständen die Signale nur schwer zu sehen und zu hören sind.

(Im übrigen wird auf das Werk Schubert, Schneewehen und Schneeschutzanlagen verwiesen.)

VIII. Grundzüge für die Anlage der Bahnen.

A. Allgemeines.

Zur Beurteilung der Bauwürdigkeit einer Bahn bedarf es zunächst eingehender Ermittelungen über den zu erwartenden Verkehr, sowie der Feststellung der wahrscheinlichen Einnahmen und Ausgaben.

Bahnen, die lediglich aus militärischen Gründen erbaut werden, nehmen eine Ausnahmestellung ein.

Die Entscheidung darüber, ob eine Bahn als Hauptbahn, Nebenbahn, Lokalbahn oder Kleinbahn auszuführen ist, sowie die Festlegung der Spurweite, ob Voll- oder Schmalspur, ist außer von der Stärke und Art des zwischen den anschließenden Orten zu erwartenden Verkehrs im wesentlichen abhängig von der Gestaltung und Beschaffenheit des zu durchschneidenden Geländes, von den zur Verfügung stehenden Mitteln und von der Länge der Bahn.

Unter Beachtung ungefähr gleicher technischer Festsetzungen wird sich die Aufgabe der Herstellung eines Verkehrsweges zwischen bestimmten Punkten auf mehrfache Weise lösen lassen. Von den verschiedenen Vergleichslinien ist im allgemeinen nicht diejenige zu wählen, welche die geringsten Anlagekosten erfordert, sondern die, welche infolge sorgfältiger, kunstgerechter und wohl durchdachter, dabei sich jedoch nur auf das Notwendigste beschränkender Ausführung unter Berücksichtigung günstigen Be-

triebes und kleiner Unterhaltungskosten für die Dauer die geringsten Ausgaben erfordert.

Auf diese Gesamtkosten sind in allgemeiner und baulicher Hinsicht hauptsächlich von Einfluß:

1. Die Richtung der Bahn.
2. Rücksichten auf die Landesverteidigung.
3. Die Berührung von Staatsgrundbesitz mit landwirtschaftlichen, forstlichen und bergbaulichen Betrieben.
4. Die Zahl und Lage der Bahnhöfe.
5. Die Lage der Bahn in bezug auf Bodenbeschaffenheit und geologische Verhältnisse.
6. Die Rücksicht auf Grunderwerb und die Bewirtschaftung des Geländes.
7. Die Wasserverhältnisse.
8. Die Lage der Bahn zu den durchschnittenen Wegen.

   In betriebstechnischer Beziehung sind vom größten Einfluß:
9. Die Wahl der Krümmungshalbmesser und die Neigungsverhältnisse.

B. Die wichtigsten Regeln für die allgemeine und die bauliche Anordnung einer Eisenbahnlinie.

1. Die Richtung der Bahn im allgemeinen.

Meist handelt es sich darum, zwei gegebene Endpunkte durch eine Bahn zu verbinden. Soweit die Boden- und sonstigen Verhältnisse es gestatten, wird sich die günstigste Linie mit den geringsten Bau- und Betriebskosten möglichst der geraden Verbindungslinie der beiden Orte anzupassen haben.

Sollen zwischenliegende, größere Ortschaften an die Bahn angeschlossen werden, so führt man, sofern von ihnen ein bedeutender Verkehr zu erwarten ist, die Linie unter Abweichung von der obenerwähnten Geraden über diese Orte; anderenfalls wird, besonders bei voraussichtlich starkem Durchgangsverkehr, zwischen den Endpunkten eine möglichst kurze, gerade Verbindungsstrecke mit Zweigbahnen nach den abseitsliegenden größeren Zwischenorten gebaut. Die Entscheidung ist auch hier auf Grund vergleichender Kostenberechnungen zu treffen.

Der Verlauf der Linie in ihren einzelnen Teilen ist meist durch feste Punkte (Zwangspunkte) in großen Zügen festgelegt. Außer den zu berührenden Ortschaften werden solche Zwangspunkte gebildet durch die tiefsten Punkte etwa zu überschreitender Wasserscheiden (Sättel oder Pässe), sowie durch bestimmte Schnittpunkte mit Wegen oder Wasserläufen.

2. Die Rücksichten auf die Landesverteidigung.

Die Linienführung in der Nähe der Landesgrenzen erfolgt vorwiegend unter Beachtung der Forderungen der Landesverteidigung. Ebenso wird in der Nähe von Schießständen, Festungen, bei Wahl von Flußübergängen

durch militärische Rücksichten auf die Entwicklung des Ausbaues der Linie großer Einfluß ausgeübt. Bei der Wahl der Neigungs- und Krümmungsverhältnisse, bei der Festlegung der Entfernung der Bahnhöfe voneinander, sowie bei ihrer Ausgestaltung sind vielfach die Anforderungen, welche unter Hinweis auf die Massenbeförderungen der Truppen im Kriegsfalle gestellt werden, von grundlegender und ausschlaggebender Bedeutung.

Zur Wahrnehmung der militärischen Forderungen sind den Eisenbahndirektionen bevollmächtigte Militärpersonen (Linienkommissare) beigegeben.

3. Die Berührung von Staatsgrundbesitz.

Bei Berührung von Staatsgrundbesitz sind die zuständigen Behörden vor Inangriffnahme der Vorarbeiten darüber zu befragen, welche Forderungen von ihnen im Interesse der Verwaltung gestellt werden, und welche Wünsche wegen der Linienführung vorliegen. In Betracht kommen die Behörden für Land- und Forstwirtschaft, sowie die für Bergbau.

4. Die Zahl und Lage der Bahnhöfe.

Die Bahnhöfe (Stationen) bilden fast die einzige Einnahmequelle einer Bahn. Diese sind daher überall da vorzusehen, wo es sich mit Rücksicht auf den Verkehr lohnt. Hierbei ist zu beachten, daß der Verkehr einer Gegend nur durch Anlage von Bahnhöfen gehoben werden kann, daß aber auch jede Neuanlage Mehrkosten verursacht und besonders auch die Vergrößerung der Zahl der Beamten nötig macht.

Die Bahnhöfe legt man möglichst in die Nähe der Ortschaften und ihrer Hauptverkehrsstraßen, jedoch so, daß die Erweiterungsfähigkeit des Bahnhofs und der Stadt nicht behindert und der Grunderwerb nicht zu teuer wird.

Vor allem muß bei Bahnhöfen eine möglichst große Betriebssicherheit gefordert werden, deshalb ist eine Lage im übersichtlichen, freien und ebenen Gelände am besten.

Der Bahnhof ist in die Gerade oder in eine flach gekrümmte Strecke zu legen, wobei eine wagrechte, im Gebirge bis $2,5^0/_{00}$ (1 : 400) geneigte Anordnung der Gleise zu fordern ist, am besten zwischen mäßigen Gegensteigungen von nicht mehr als $4^0/_{00}$ (1 : 250). Hierdurch wird das Anhalten und Anfahren der Züge erleichtert.

Gefälle von $\geqq 5^0/_{00}$ (1 : 200) nach dem Bahnhofe zu sollen vor der Station mindestens auf Zuglänge tunlichst nicht ausgeführt werden, damit bei Zugtrennungen das Einlaufen von Zugteilen in die Bahnhöfe, sowie ein Überfahren der Signale, welche über die Zulässigkeit der Einfahrt in die Bahnhöfe Auskunft geben (Einfahrsignale) infolge des Gefälles bei nicht rechtzeitiger Bremsung möglichst verhindert wird. Im Gebirge wird sich jedoch meist eine solche Anordnung nicht erreichen lassen.

Tiefe und stark gekrümmte Einschnitte, sowie Tunnel vor dem Bahnhofe und lange über die Gleise führende Wegüberführungen oder sonstige die Übersicht störende Bauwerke sind zu vermeiden.

Die Bahnhofswagrechte soll mindestens gleich der größten Zuglänge sein; zu empfehlen ist jedoch, den Bahnhof auf seine Länge von Eingangsweiche zu Eingangsweiche vermehrt um je 50 m auf beiden Seiten in die Wagrechte zu legen (Abb. 178a und 178b).

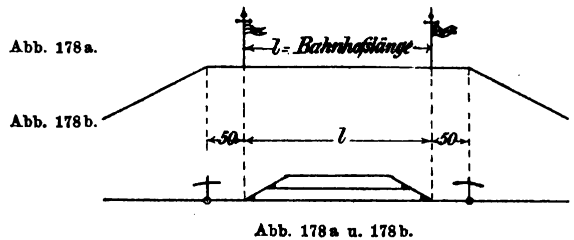


Abb. 178a u. 178b.

Die Bahnhofswagrechte im Flachland wird meist = 700 bis 1000 m, mindestens jedoch 400 m anzunehmen sein; im Hügellande und Gebirge wird sie je nach der Bedeutung des Bahnhofs und der größten Znglänge bemessen zu etwa > 200 m; (ausnahmsweise auch wohl noch kleiner).

Man legt die Bahnhöfe nicht auf hohe Dämme oder in tiefe Einschnitte, da die Zugänglichkeit sehr erschwert wird. Hohe Dämme erfordern außerdem eine kostspielige Gründung der Bahnhofsbaulichkeiten; tiefe Einschnitte machen infolge des erheblich erweiterten Planums große, meist teure Erdmassenbewegungen mit bedeutenden Transportarbeiten notwendig und haben ungünstigen Einfluß auf die Grundwasserverhältnisse. Am besten legt man den Bahnhof in den Anschnitt, so daß ein Massenausgleich gut möglich ist und die Erdarbeiten verringert werden; außerdem wird durch ein leicht geneigtes Gelände eine gute Entwässerung ermöglicht.

Die Bahnhöfe dürfen ferner nicht durch größere Bauwerke für Wege oder Wasserläufe durchschnitten werden, da diese bei Erweiterungen verlängert oder umgebaut werden müssen, und so außer den beträchtlichen Anlagekosten noch weitere hohe Kosten entstehen.

Bei Bauwerken mit eisernen Trägern soll man die Ausführung so treffen, daß das Schotterbett der Bahnhofsgleise über die Brücke hinweg geführt werden kann, damit sich die Verlegung der Weichen und Gleise sowie notwendige Änderungen in der Lage derselben leicht vornehmen lassen. Außerdem wird das Geräusch beim Befahren wesentlich vermindert.

5. Die Lage der Bahn in bezug auf die Bodenbeschaffenheit und die geologischen Verhältnisse des Geländes.

Für die Sicherheit des Betriebes ist es notwendig, die Linie nur über durchaus zuverlässigen, trocknen und tragfähigen Untergrund zu führen. Wenig tragfähiges Gelände, Sümpfe, tiefe Moore, quellige Stellen, Grubenfelder, Überschwemmungsgebiete wird man möglichst zu umgehen suchen.

Flache Moore bis 4,0 m Tiefe, welche zwar zusammendrückbar sind, bieten dem Bahnbau keine Schwierigkeiten, man überschreitet sie mittels eines Dammes, dessen Krone mindestens um $^1/_3$ der Moortiefe über dem Gelände liegt. Bei niedrigerem Damm muß das Moor soweit ausgehoben werden, bis die angegebenen Verhältnisse in der Höhe erreicht sind.

Toniger Untergrund gibt infolge der Änderung seines Rauminhalts bei nassem Wetter die Ursache zur unruhigen Lage des Oberbaues; der Bau von Dämmen aus Ton oder die Herstellung von Einschnitten in diesen Boden ist wegen der Rutschungsgefahren möglichst zu vermeiden.

Gefährlich für Dämme und Einschnitte sind Hänge, die zu Rutschungen neigen, Störungen der Lagerung kommen ganz besonders häufig vor bei schiefrigen, mit Lettenklüften durchzogenen Bodenarten.

Anschnitte werden durchaus zu vermeiden sein, sofern tonige Zwischenlagen zwischen festen Schichten vorkommen, da die Tonschichten durch eindringendes Wasser an der Oberfläche aufgeweicht und dann für die darüberliegenden Schichten Rutschflächen gebildet werden. Läßt sich die Durchschneidung solcher gefährlicher Schichtungen nicht vermeiden, so muß vor dem Baubeginn durch Herstellung einer meist sehr ausgedehnten und daher teuren Entwässerungsanlage, durch Befestigung der Böschungen und durch Abflachungen derselben während des Baues nach Möglichkeit den zu erwartenden Gefahren entgegengetreten werden.

In felsigem Boden ist das Streichen und Fallen der Schichten zu beachten und demnach die Wahl der Linie zu treffen.

Die Geländegestaltung macht häufig anstatt eines tiefen Einschnitts mit Rücksicht auf die geringeren Kosten oder die größere Betriebssicherheit den Bau eines Tunnels nötig.

Tunnel sind am Platze bei Durchquerung von scharf ins Tal vorspringenden Bergnasen, zur Vermeidung von Flußüberbrückungen, bei Überschreitung von Wasserscheiden. Auch kann ein Tunnelbau zur Verbesserung des Gefälles und der Richtungsverhältnisse zweckmäßig werden. Die Grenze, bei welcher ein Tunnel im Vergleich zu einem offenen Einschnitt unter Beachtung der Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten sich billiger stellt, liegt je nach Beschaffenheit des Gebirges zwischen 15 und 20 m Tiefe des Einschnittsplanums unter Gelände.

Hohe Dämme sind auch nicht wirtschaftlich. Überschreitet die Auftragshöhe 18 bis 25 m, so ist die Anlage eines Viaduktes bei gutem Baugrunde vorzusehen. Es ist hierbei auch durch vergleichende Kostenberechnungen die zweckmäßigste Länge, sowie die bauliche Ausbildung der Brücke festzulegen.

Die Kenntnis der geologischen Verhältnisse des von der Linienführung getroffenen Geländes und seiner Nachbarschaft, welche unter Benutzung geologischer Karten erlangt wird, ist für die Gewinnung guter und billiger Baustoffe von hoher Bedeutung. Die Erschließung von Steinbrüchen und Kiesgruben sichert vielfach eine erhebliche Ersparnis an Kosten für Bettungsstoff, Bau- und Pflastersteine.

6. Rücksichten auf den Grunderwerb und die Bewirtschaftung des Geländes.

Die Führung der Linie wird häufig auch durch Rücksichten auf die Grunderwerbsverhältnisse stark beeinflußt. Zu teure Geländestücke, wie

z. B. Gärten, Baugelände, Weinberge, sowie die Berührung von Gehöftanlagen und kostspieligen Gebäuden hat man zu umgehen.

Die Durchschneidung von Grundstücken muß möglichst so erfolgen, daß die Trennstücke noch wirtschaftlich nutzbar gemacht werden können. Große Ackerstücke werden vielfach durch Erschwerung der Bestellung nach Durchgang durch die Bahn erheblich entwertet; für wirtschaftliche Verschlechterung und Erschwerung müssen meist nicht unerhebliche Entschädigungen bezahlt werden, gegebenenfalls müssen die Restgrundstücke angekauft werden, sofern sie nicht durch Wegübergänge, Über- oder Unterführungen oder durch Parallel- oder Seitenwege leicht zugänglich gemacht werden können. Abbaufähige Grubenfehler, Durchschneidung der zu Ziegeleien gehörigen Lehm- und Tonlager sind aus gleichen Gründen zu vermeiden. Tiefe Einschnitte sind in Nähe von Gebäuden unter Hinweis auf etwa entstehende Rutschungen und Senkungen der Baulichkeiten nicht auszuführen, vielfach sind bei zu teurem Grunderwerb Untertunnelungen am Platze. Friedhöfe und Kirchen können auch im Wege der Enteignung nicht erworben werden, die Linie ist also um diese herumzuführen.

7. Die Wasserverhältnisse.

Von wesentlicher Bedeutung auf die Erhaltung und den sichern Bestand des Bahnkörpers und für eine dauernd feste Gleislage ist eine möglichst trockene Lage der Bahn, welche durch richtige Linienführung, geeignete Wahl der Baustoffe und sachgemäße Vorkehrungen zur Entwässerung gewährleistet werden kann. Man hat dabei Rücksicht zu nehmen auf die Wasserstände des fließenden und stehenden Wassers, wobei besonders die Hochwasserstände zu beachten sind, sowie auf das Grund-, Quell- und Tagewasser.

a. Die Lage der Bahn zum Hoch- und Grundwasser.

Die Höhenlage des Planums richtet sich vielfach nach den Hoch- und Grundwasserständen.

Die hier zu beachtenden Festsetzungen für Haupt-, Neben- und Kleinbahnen sind im Abschnitt VII unten A. 2. e, S. 25 angegeben. Zu beachten ist, daß die Anlage tiefer Einschnitte eine Senkung des Grundwasserspiegels des Nachbargeländes herbeiführen kann, wodurch dann etwa vorhandenen Brunnen das Wasser entzogen wird und auch sonstige für die Bewirtschaftung des Geländes entstehende Nachteile eintreten können.

b. Lage der Bahn zum stehenden und fließenden Wasser.

Zur Vermeidung berechtigter und unberechtigter Forderungen wird man an den bestehenden Wasserverhältnissen stehender und fließender Gewässer möglichst keine Änderungen treffen.

Anstauungen von Wasser oberhalb der Bahn, die geeignet sind, den Bahnkörper anzuweichen, die Bewirtschaftung des Geländes zu erschweren oder zu schädigen oder sonstige Nachteile herbeizuführen, sind durch Anlage einer genügenden Zahl von Brücken und Durchlässen mit reichlich bemessenen Durchflußweiten auf jeden Fall zu verhüten. In angebauten Gegenden sind die Querschnitte mindestens gleich denen der nächsten, unterhalb des beabsichtigten Neubaus gelegenen Brücke zu machen, wobei durch Erkundigungen bei den zuständigen Behörden und der anwohnenden Bevölkerung festzustellen ist, ob sich die vorhandenen Abmessungen als ausreichend erwiesen haben oder nicht, ferner welche Wasserstände und welche Mängel bemerkt wurden. Sind keine älteren, entsprechenden Bauwerke in dem betreffenden Wasserlaufe vorhanden, so muß man die erforderlichen Querschnitte durch Ermittlung des Niederschlagsgebietes, der zu erwartenden Wasserabflußmenge und Wassergeschwindigkeit feststellen.

Die Überschreitung eines größeren Wasserlaufs muß an einer Stelle mit regelmäßiger Ausbildung des Flußbetts, sowie mit gutem Baugrund und möglichst rechtwinklig zum Stromstrich erfolgen; größere Flußtäler überschreitet man senkrecht zur Richtung des Hochwasserstromstrichs; etwa erforderliche Flutöffnungen sind an geeigneten Stellen vorzusehen (vgl. Schau, Brückenbau Teil I. 6. u. fgd.)

Bei kleinen Wasserläufen werden häufig Verlegungen und Begradigungen ausgeführt, um einen rechtwinkligen Übergang oder eine gemeinsame Durchführung verschiedener, naheliegender Gewässer zu erzielen. Man kann dadurch Durchlässe sparen und dieselben im Trocknen ausführen, jedoch darf keiner der Anlieger oder Wasserberechtigten geschädigt werden.

Zue Verhütung wiederholter Kreuzungen kann auch der geschnittene Wasserlauf auf eine bestimmte Länge nach einer Seite der Bahn verlegt und so die Anlage von Durchlässen oder Brücken erspart werden. Jedoch werden hierdurch die Erdarbeiten und der Grunderwerb vermehrt, auch werden kleinere Durchlässe zur Einleitung des Tagewassers von der vom Wasserlaufe abgeschnittenen Seite nötig.

Die Höhenlage der Schienenoberkante über dem höchsten Wasserstande schiffbarer Wasserstraßen ergibt sich bei Brücken gleich der lichten Durchfahrtshöhe, vermehrt um die Konstruktionshöhe.

Bei allen nicht schiffbaren Wasserläufen ist für die Lage der Konstruktionsunterkante der höchste Wasserstand vermehrt um ein für schwimmende Gegenstände oder Eisschollen frei zu haltendes, lichtes Höhenmaß (0,30 bis 0,75 m) maßgebend. Bisweilen wird aber auch dann die Durchführung eines Durchgangs oder einer Durchfahrt neben dem Wasserlauf oder dessen Überdeckung behufs Herstellung einer Durchfahrt zur Ermöglichung der Zugänglichkeit und der Bewirtschaftung der abgeschnittenen Stücke oder aus sonstigen Verkehrsrücksichten notwendig.

Berührt der Bahnkörper ein großes stehendes oder fließendes Gewässer, so muß für einen genügenden Uferschutz gesorgt werden, welcher meist beträchtliche Kosten verursacht.

c. Abführung des Tagewassers.

Alles Tagewasser, sowie Quell- und Grundwasser, das von dem Bahnkörper aufgenommen wird oder vom benachbarten Gelände zufließt, muß auf kürzestem Wege, möglichst ohne Änderung der Vorflutverhältnisse vom durchschnittenen Grundstücke abgeleitet werden. Hierzu dienen Gräben neben der Bahn und eine genügende Zahl von Durchlässen, deren Sohle man in ausreichender Tiefe anzulegen hat (vgl. Abschnitt VII unter A. 2. f. S. 25).

8. Die Lage der Bahn zu den durchschnittenen Wegen.

a. Wegübergänge in Schienenhöhe, Wegüberführung, Wegunterführung.

Je nachdem unter Beachtung der Art der Bahn oder nach Gestaltung des Geländes die Notwendigkeit vorliegt, die Kreuzungen der Linie mit Wegen als Wegüber- oder Wegunterführungen auszubilden, oder ein Übergang in Schienenhöhe zulässig ist, bilden die Schnittpunkte von Bahn und Wegen feste Punkte mit bestimmter Höhenlage für die Linienführung (Zwangspunkte). Über diese Kreuzungen ist bereits im Abschnitt VII unter B. 1. das Wichtigste mitgeteilt, besonders auch über die Übergänge in Schienenhöhe.

Wegüberführungen sind bei Einschnitten dann anzuwenden, wenn die erforderliche Bauhöhe vorhanden ist. Das hierzu nötige Maß zwischen Schienenoberkante und Wegoberkante setzt sich bei eingleisigen bzw. zweigleisigen Hauptbahnen zusammen aus der Höhe des Normalprofils + Spielraum (0,4 bzw. 0,3) + Bauhöhe der Brückenkonstruktion. Der Spielraum kann äußersten Falles auf 0,1 m eingeschränkt werden, um wenigstens den Gleisbewegungen bei Frost Rechnung zu tragen.

Für eingleisige Hauptbahnen ist je nach der gewählten Bauart bei geraden Hauptträgern eine Gesamtbauhöhe von 5,5 bis 6,0 m anzunehmen.

Für zweigleisige Hauptbahnen genügt für gewölbte Wegüberführungen aus Stampfbeton oder Bruchstein eine Gesamtbauhöhe von 6,60 m.

Ist eine genügende Bauhöhe nicht vorhanden, so muß dieselbe durch Wegerampen erreicht werden. Eine zu steile Rampenneigung ist dabei durch entsprechende Längenentwicklung der Weglinie zu vermeiden.

Wegüberführungen können die Neigung der Wege erhalten. Den Kreuzungswinkel zwischen Bahn und Wegüberführung mache man möglichst $> 60^0$, am besten $= 90^0$. (Näheres Schau, Brückenbau Teil I, S. 7/8).

Auf Erhaltung der Übersichtlichkeit der Bahnstrecke ist beim Bau von Überführungen großer Wert zu legen, und selbst größere Baukosten sind zur Erreichung dieses wichtigen Erfordernisses aufzuwenden.

Wegunterführungen werden im Bahnauftrage dort angelegt, wo die erforderliche Bauhöhe zwischen Gelände bzw. zwischen Wegoberkante und

Schienenoberkante (bzw. Schwellenoberkante) vorhanden ist. Die Bauhöhe ergibt sich aus der für die betreffende Weggattung geforderten lichten Durchfahrtshöhe und der Bauhöhe der Brückenkonstruktion.

Ist die erforderliche Bauhöhe nicht vorhanden, so läßt sich dieselbe unter Umständen durch Tieferlegen des Weges infolge Einschneidens in das Gelände herstellen, jedoch muß es dabei möglich sein, den eingeschnittenen Weg genügend entwässern zu können. Für Straßenunterführungen genügt zwischen Straßenkrone und S. O. im Mittel eine Bauhöhe von 6,0 m (Näheres s. Brückenbau).

b. Mitbenutzung öffentlicher Wege.

Bei Bahnen untergeordneter Bedeutung ist die Mitbenutzung öffentlicher Wege unter Zustimmung der Wegunterhaltungspflichtigen zulässig; jedoch darf die Geschwindigkeit der Züge nicht größer als 20 km in der Stunde werden, sofern der für den Bahnkörper benutzte Teil der Straße nicht durch Einfriedigungen, Baumreihen oder ähnliche Mittel von dem von Landfuhrwerk zu befahrenden abgetrennt wird. Das Gleis ist dabei an eine Seite, in den Ortschaften möglichst in die Mitte der Straße zu legen.

Ist der Bahnstreifen für das Landfuhrwerk zum Ausweichen mit benutzbar, so genügt eine Straßenbreite von 4,0 m neben dem größten Breitenmaße für Lokomotive und Eisenbahnwagen, andernfalls muß die dem Straßenverkehr zuzuweisende Wegbreite ungefähr 6 m betragen.

Die Mitbenutzung der Straße als Bahnkörper ist im allgemeinen nur für Kleinbahnen empfehlenswert, da in diesem Falle durch die starken Krümmungen und Neigungen der Straßen, durch das zu fordernde, langsame Fahren der Züge und die Gefahr von Unfällen erhebliche Mißstände für den Bahnbetrieb erwachsen. Neuerdings erhalten vollspurige Bahnen in der Regel eigenen Bahnkörper, welcher jedoch dicht neben die Straße gelegt wird, so daß nachteilige Durchschneidungen von Grundstücken nicht eintreten. Die Trennung zwischen Bahn und Straße erfolgt durch Gräben, eine Baumreihe oder Einfriedigungen.

Große Höhenunterschiede zwischen beiden Verkehrswegen sind jedoch wegen der Zufahrtswege und abzweigender Landwege, sowie wegen der dadurch hervorgerufenen Gefahr von Schneeverwehungen nicht zulässig.

c. Kreuzungen mit anderen Eisenbahnen.

Es ist dabei das auf Seite 177 unter B. 1. a. Gesagte zu beobachten.

C. Die wichtigsten betriebstechnischen Grundlagen der Linienführung.

1. Allgemeines.

Die Betriebskosten einer Bahn sind abhängig von den Widerständen, welche bei der Zugbeförderung zu überwinden sind.

Man hat zu unterscheiden:

1. die Widerstände auf gerader, wagrechter Bahn,
2. die Widerstände auf Steigungen,
3. die Widerstände in Krümmungen.

Diese Widerstände müssen von der Zugkraft der Lokomotive überwunden werden. Sie nehmen zu, wenn die Steigungen größer und die Krümmungshalbmesser kleiner werden. Dementsprechend wird auch die Zugkraft bei vermehrten Steigungen oder Krümmungen vergrößert werden müssen, um die Fahrzeuge samt ihren Ladungen mit einer gewissen, festgelegten Geschwindigkeit befördern zu können.

Die bauliche Anordnung der Lokomotive und die Betriebsrücksichten gestatten jedoch nur die Erhöhung der Zugkraft bis zu einer gewissen Grenze; das Teilen der Züge in kleinere Lastgruppen, die gleichzeitige Verwendung einer größeren Zahl von Lokomotiven können die Wirtschaftlichkeit der Bahn in hohem Maße vermindern.

Die erforderliche Zugkraft wird durch den größten, wenn auch nur auf eine kurze Strecke vorhandenen Widerstand bedingt. Man muß daher durch zweckmäßige Linienführung die Widerstände tunlichst klein gestalten. Eine möglichst wagrechte oder flach geneigte Linienführung in gerader Strecke oder mit nur geringen Krümmungen ist daher erwünscht, und soweit die Gestaltung des Geländes, die Lage der Zwischenstationen u. dgl. es gestattet, unbedingt auszuführen.

Die Zugkraft der Lokomotive kann dann am besten ausgenutzt werden, wenn der Gesamtwiderstand der Bahn ein möglichst gleichbleibender ist, die Leistungsfähigkeit der Bahn wird dann am größten.

Es ist somit die Hauptaufgabe der technischen Linienführung im gegebenen Gelände, die Linien von möglichst gleichbleibendem Widerstand aufzusuchen. Die zweckmäßigste dieser Linien ist zur Ausführung zu wählen.

Über die einzelnen Widerstände ist folgendes zu bemerken.

1. Der Widerstand auf gerader, wagrechter Bahn.

Der Widerstand auf gerader, wagrechter Bahn w_g besteht aus den Reibungs- und den Luftwiderständen und wächst mit der Geschwindigkeit. Er hängt ab von der Güte der Bahn, der Bauart, dem Zustand und der Belastung der Fahrzeuge.

2. Der Widerstand in der Steigung.

Wird ein Zug in der Steigung, also bergauf, bewegt, so ist die gleichlaufend zur Bahnlinie wirkende Seitenkraft des Zuggewichtes Q zu überwinden. Dieselbe ist $= Q \cdot \sin \alpha =$ rd. $Q \cdot s$, wo $s = \operatorname{tg} \alpha$ das Steigungsverhältnis darstellt (Abbildung 179). Wegen der Kleinheit von α kann $\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha$ gesetzt werden. Der Widerstand in der Steigung wächst also mit der Tangente des Neigungswinkels α.

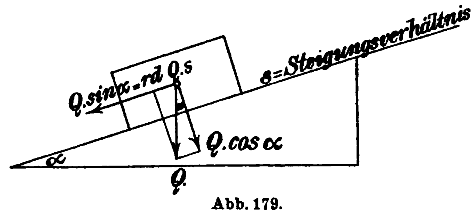


Abb. 179.

Bei der Bergfahrt ist also eine Vergrößerung der Zugkraft gegen die Wagrechte um $Q \cdot s$ notwendig.

Bei der Talfahrt erzeugt die Seitenkraft des Zuggewichts eine Beschleunigung der Zuggeschwindigkeit; der Widerstand wird vermindert, und die Größe der nötigen Zugkraft wird daher geringer. Ihr Wert kann bis auf 0 herabgehen.

3. Der Widerstand in der Krümmung.

Der Krümmungswiderstand w_r entsteht hauptsächlich durch das Schleifen der Räder an den Schienen; er wächst mit zunehmender Krümmung und Spurweite, sowie mit größerem Radstande. Er ist demnach für die Haupt-, Neben- und Lokalbahnen verschieden und wird durch Benutzung der für die einzelnen Bahngattungen bestehenden Formeln bestimmt. Der Widerstand wirkt der Zugkraft der Lokomotiven beider Fahrtrichtungen (bergan und bergab) entgegen, hat also stets einen positiven Wert.

Bremsneigung. Diejenige Neigung, bei welcher auf der Talfahrt die Bewegungswiderstände und die Seitenkräfte des Zuggewichtes $(Q \cdot \sin \alpha)$ sich gerade ausgleichen, bei welcher also zur Abwärtsbewegung des Zuges ein Aufwand an Zugkraft nicht mehr erforderlich wird, heißt die Bremsneigung oder das Bremsgefälle $= w_b$.

Es wird dabei also $w_g = s$, demnach ist also die Bremsneigung von denselben Einflüssen abhängig wie w_g.

Bei größerer Neigung als w_b wird die überschüssige Kraft, welche bei der Talfahrt eine beschleunigte Abwärtsbewegung des Zuges veranlassen würde, durch das Bremsen vernichtet, damit die Geschwindigkeit nicht zu einer gefahrbringenden Höhe anwächst (vgl. S. 41 unter 5.a.).

Schädliche und unschädliche Steigungen. Werden auf einer Bahn bei der Talfahrt und bei der Bergfahrt ungefähr die gleichen Lasten befördert, so ist der Verbrauch an Zugkraft bei den Steigungen, die unter der Bremsneigung liegen, durchschnittlich nicht größer als auf der wagrechten Strecke. Man nennt diese Steigungen daher unschädliche.

Bei Steigungen, die über der Bremsneigung liegen, entstehen bei der Talfahrt Bremskosten, daher nennt man diese Steigungen schädliche.

Krümmungen in schädlichen Steigungen wirken bei der Talfahrt günstig, da infolge des gegen die gerade um w_r vermehrten Widerstandes die Bremsen erst bei einer gegen w_b um w_r steileren Steigung $(s = w_b + w_r)$ angezogen werden müssen, also die Bremskosten verringert werden. Es ent-

stehen daher bei schädlichen Steigungen infolge des Durchfahrens von Krümmungen nur bei der Bergfahrt Mehrkosten.

Krümmungen in unschädlichen Steigungen vergrößern stets den Widerstand, es entstehen daher bei dem Durchfahren in beiden Strängen Mehrkosten.

Durchschnittliche Steigung. Ist die von einer Bahn zu ersteigende Höhe $= h$, die entsprechende Länge $= l$, so erhält man eine durchschnittliche Mindeststeigung von $s = \frac{h}{l}$.

Längenentwicklung: Ergibt sich hierbei ein zu großes Steigungsverhältnis s, so muß dasselbe durch Vergrößerung der Länge herabgesetzt werden, es muß eine Längenentwicklung der Bahn vorgenommen werden.

Zweckmäßigste Steigung. Unter der zweckmäßigsten Steigung s_z versteht man diejenige, welche gestattet, bei gegebener Zugkraft und Geschwindigkeit ein größtmöglichstes Zuggewicht Q auf dem kürzesten Wege l auf die Höhe h zu befördern. Der Wert $\frac{Q}{l}$ wird dabei ein Größtwert: $l = \frac{h}{s_z}$.

Maßgebende Steigung. Die größte auf der Strecke vorkommende Steigung heißt die maßgebende Steigung (s_m); bei in der Steigung gleichzeitig vorkommenden Krümmungen ist hierbei die Vermehrung der Widerstände um w_r in Betracht zu ziehen, also: $s_m = s_{max} + w_r$.

Damit die maßgebende Steigung immer dieselbe bleibt, muß man demnach die Steigung in den Krümmungen um so viel mäßigen, als der Krümmungswiderstand beträgt ($s_m = s_{max}$ bzw. $s_m = s_{max} + w_r$).

Diese Steigung wirkt bestimmend auf das zu fördernde Zuggewicht, sie ist maßgebend für die Zahl der Achsen, welche sich bei gegebener Zugkraft auf der geplanten Bahnlinie befördern lassen.

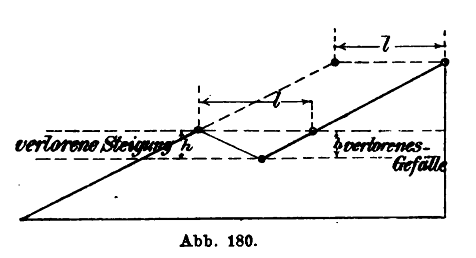


Abb. 180.

Verlorene Steigung und verlorene Gefälle. Verlorene Steigung und verlorenes Gefälle sind solche Steigungen bzw. Gefälle, die durch ein dahinter anzulegendes Gefälle oder eine Steigung wieder aufgehoben werden müssen, also nutzlos (verloren) sind (Abb. 180).

2. Flachland- und Gebirgsbahnen.

a. Allgemeines.

Man bezeichnet Bahnen, bei welchen die maßgebende Steigung unter der Bremsneigung liegt als Flachlandbahnen; solche, bei denen die maßgebende Steigung größer ist als die Bremsneigung, heißen Gebirgsbahnen.

Bei Flachlandbahnen sind schädliche Steigungen stets zu vermeiden, sofern sie nicht kurz sind und als Anlaufsteigung infolge der lebendigen Kraft des Zuges genommen werden können.

Verlorenes Gefälle mit einer kleineren Neigung als die Bremsneigung oder gleich dieser kann ohne Schaden für den Betrieb ausgeführt werden. Ersparnisse der Anlagekosten oder sonstige Vorteile lassen sich also bei Flachlandbahnen leicht erreichen unter Beachtung des Satzes, daß bei einer Linie, bei welcher lediglich unschädliche Steigungen vorkommen, gleichgültig in welcher Richtung sie ansteigen, für die Betriebskosten schädliche Gefällverluste nicht entstehen.

Durch Krümmungen entstehen bei Flachlandbahnen stets Betriebsmehrkosten, sowohl bei der Tal- als auch bei der Bergfahrt.

Bei Gebirgsbahnen verursacht das Herabgehen unter die maßgebende Steigung eine Vergrößerung der Längenentwicklung, ohne daß Vorteile für die Betriebsleistungen gewonnen werden. Wenn also nicht anderweitige, ins Gewicht fallende Verbesserungen und Ersparnisse zu erzielen sind, so ist die maßgebende Steigung ohne Unterbrechung durchzuführen; die andernfalls durch Vermehrung der Länge entstehenden Kosten sind zu ersparen.

Verlorenes Gefälle muß bei Gebirgsbahnen ebenfalls strengstens vermieden werden, da hierdurch Höhenverluste und Mehrlängen entstehen.

Bei den Gebirgsbahnen kann man unterscheiden zwischen Hügellandbahnen und eigentlichen Gebirgsbahnen.

b. Die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse.

Unter Hinweis auf die bereits im Abschnitt VII. A. 3. unter b. I. 2. und II. 5. für Haupt-, Neben- und Kleinbahnen im Flach- und Hügellande, sowie im Gebirge gemachten eingehenden Angaben ist zu bemerken, daß die amtlichen Vorschriften nur die äußersten erlaubten Grenzen festlegen, bis zu denen man nur im Notfall zu gehen hat.

Wegen der Wahl der Steigungsverhältnisse wird auf S. 41 verwiesen; über die Anordnung der Gefällwechsel vgl. S. 42 bis 44, Angaben über die Wahl der Krümmungsverhältnisse finden sich auf S. 29 und 30.

Ist in Krümmungen eine Verminderung der Steigungen eingetreten, so kann es sich bei kurzen Zwischengeraden empfehlen, diese Steigung zur Verminderung von zu häufigen Gefällwechseln durchzuführen. In Tunnelstrecken soll mit Rücksicht auf die Feuchtigkeit der Schienen und der daraus erfolgenden, geringen Anhaftefähigkeit der Lokomotivräder, je nach Größe der Steigung und nach vorliegenden Verhältnissen, eine Ermäßigung um 1 bis 3‰ eintreten.

c. Linienführung.

Auf Grund der unter a. und b. entwickelten allgemeinen Regeln ist bei der Linienführung der verschiedenen Bahngattungen im einzelnen folgendes zu beachten:

I. Flachlandbahnen.

Die volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte sind für die Linienführung im allgemeinen hier die maßgebenden, da die technische Ausführbarkeit meist wenig Schwierigkeiten bietet.

Zwangspunkte der Linie sind hauptsächlich die Plätze für die Bahnhöfe, sowie die günstigsten Punkte für die Überschreitung der Wasserläufe mittels Brücken. Bei Hauptbahnen ist die Umgehung kleiner Hindernisse mittels scharfer Krümmungen oder starker Steigungen nicht zulässig; vielmehr sind etwaige höhere Anlagekosten zur Erreichung flacher Neigungen und geringer Krümmungen zur Herabminderung der Betriebskosten nicht zu scheuen. Nur die notwendige Umgehung von Ortschaften, Kirchen und Friedhöfen, auch von Sümpfen und Mooren kann eine Linienverlängerung nötig machen. Auch wird man die Bremsneigung nicht übersteigen und die maßgebende Steigung möglichst niedrig bemessen, um recht lange Züge befördern zu können.

Bei Neben- und Kleinbahnen sind schärfere Krümmungen und stärkere Steigungen unbedenklich auszuführen, wenn dadurch der Ankauf einzelner Gebäude, die ungünstige Durchschneidung wertvoller Grundstücke oder sonstiger teurer Grunderwerb und hohe Anlagekosten vermieden werden oder die Benutzung bestehender Straßen dies erfordert.

Infolge des geringen Verkehrs werden bei Bahnen untergeordneter Bedeutung schwere Züge nicht gefahren, zumal der Betrieb einer bestimmten Mindestzahl von Zügen stets gefordert wird. Es kann daher wirtschaftlicher sein, auch im Flachlande bei diesen Bahnen gegebenenfalls maßgebende Steigungen anzuwenden, die oberhalb der Bremsneigung liegen.

Man legt in der Ebene die Bahnlinie zweckmäßig in den Auftrag, da Dämme trockner, fester und meist billiger in der Unterhaltung sind als Einschnitte, welche außerdem noch bei geringer Tiefe leicht Schneeverwehungen hervorrufen.

II. Hügellandbahnen.

Im allgemeinen sind hier in der Hauptsache die unter I. erwähnten Punkte auch zutreffend, jedoch ist bei der Linienführung auf die technische Zweckmäßigkeit und Möglichkeit der Ausführung große Rücksicht zu nehmen.

Die Steigung wird für einzelne Strecken auch bei den Hauptbahnen die Bremsneigung überschreiten müssen, und die Wahl ihrer zweckmäßigsten Größe bedarf genauer vergleichender Kostenberechnungen. Die maßgebende Steigung wird auch hier möglichst klein zu wählen sein, um an Betriebskosten zu sparen.

Im Grundrisse wird die Linie von der Bodengestaltung wesentlich beeinflußt und durch die Windungen der Täler zu Umwegen genötigt.

III. Gebirgsbahnen.

Die Festlegung der maßgebenden Steigung, bei welcher die Abflachungen in den Krümmungen und den Tunneln genau zu beobachten sind, hängt im wesentlichen von den Höhenverhältnissen des Geländes und von den Übergangsstellen über den Gebirgskamm und über die vielfach vorhandenen Täler ab. Eine stetige, ununterbrochene Steigung ist am besten. Wagerechte und schwach steigende Strecken sind nach Möglichkeit zu vermeiden; die unbedingt nötigen Bahnhofswagrechten haben jedoch den Vorteil, daß das Feuer in der Lokomotive in Ordnung gebracht werden und das Speisewasser für den Kessel ersetzt werden kann.

Je größer der zu erwartende Verkehr ist, um so geringer sind die Steigungsverhältnisse zu bemessen, damit die Betriebskosten herabgemindert werden. Dies kann durch Längenentwicklung der Linie geschehen, wobei das Ausfahren von Seitentälern, die Schleifenbildung und Spitzkehren in Frage kommen können.

Bei sehr starken Steigungen werden jetzt vielfach Zahnstangenstrecken ausgeführt.

Von großer Bedeutung für die Wahl der Linie sind auch die Bodenbeschaffenheit, die klimatischen und die wirtschaftlichen Verhältnisse des zu durchschneidenden Geländes.

D. Die Vorarbeiten.

Es sollen hier nur die für Preußen in Frage kommenden Festsetzungen, sowie der daselbst vorgeschriebene Geschäftsgang besprochen werden.

1. Allgemeines.

Die mit der Neuanlage einer Bahnlinie zusammenhängenden Voruntersuchungen, Feld- und Entwurfsarbeiten heißen in ihrer Gesamtheit Vorarbeiten.

Man unterscheidet allgemeine und ausführliche Vorarbeiten. Die allgemeinen Vorarbeiten sollen den Nachweis liefern, daß die beabsichtigte Linie möglich, wirtschaftlich und technisch bauwürdig ist; es bedarf also der Aufstellung eines zweckmäßigen Vorentwurfs, sowie der Entwicklung der ungefähren Kosten. Sie bilden die Unterlage zur Erlangung der Baugenehmigung für die Privatbahnen und der Geldbewilligung bei den Staatsbahnen.

Die ausführlichen Vorarbeiten bezwecken die Aufstellung des Bauentwurfs in allen seinen Teilen für die Ausführung nebst den zugehörigen genauen Kostenanschlägen.

2. Die allgemeinen Vorarbeiten.

Die Erlaubnis zur Vornahme der allgemeinen Vorarbeiten wird vom Minister der öffentlichen Arbeiten erteilt.

Nachdem in großen Zügen festgestellt worden ist, welche Ortschaften berührt werden sollen, und welcher Verkehr zu erwarten ist, beginnt man zunächst:

1. mit einer allgemeinen Untersuchung des Geländes an Hand von Übersichtskarten, meist Meßtischblätter i. M. 1 : 25000 oder Generalstabskarten i. M. 1 : 100000. Daran schließt sich die Begehung der Örtlichkeit unter gleichzeitiger Ergänzung der Karten.

Die Erlaubnis zum Betreten der Grundstücke wird vom Bezirksausschusse erteilt, die Ortsvorstände müssen 2 Tage vor Beginn der Vorarbeiten benachrichtigt werden. Etwaige entstehende Beschädigungen werden abgeschätzt und sofort ersetzt. Die Erlaubnis zum Betreten von Gebäuden, eingefriedigten Hof- oder Gartenräumen bedarf der besonderen Erlaubnis der Ortspolizeibehörde; die Zerstörung von Baulichkeiten, sowie ein Fällen von Bäumen ist nur mit Genehmigung des Bezirksausschusses zulässig.

Gleichzeitig damit erfolgt:

2. die Wahl der Bahngattung und der Gleiszahl und die Feststellung der übrigen Grundlagen für die Linienführung: Spurweite, Planumsbreite, Normalprofil, Zahl und Lage der Stationen, zulässige Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, zugleich damit Bauart und Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, größter Raddruck, Zuggewicht, Zuggeschwindigkeit, Oberbau. Unter Beachtung dieser Bedingungen erfolgt nun:

3. die Eintragung einer Linie (Trasse) oder mehrerer Vergleichslinien in die Übersichtskarte, die innerhalb enger Grenzen festliegen, und für welche die Verzinsung des Anlagekapitals, die Betriebs- und Unterhaltungskosten voraussichtlich ein Minimum werden. Die Festlegung der Bahn im Gelände der Lage und der Höhe nach nennt man Trassierung.

4. Daran schließt sich eine Aufnahme und Darstellung des Geländes längs der voraussichtlichen Linie. Der Lageplan wird im größeren Maßstabe 1 : 10000 für die Längen aufgetragen, die Höhenschnitte im Maßstab 1 : 500 oder 1 : 250, bisweilen genügen vorhandene Karten mit entsprechender Ergänzung.

Die Aufnahme beginnt mit der Festlegung bzw. Herstellung einer genügend großen Zahl von Höhenanschluß- bzw. Höhenfestpunkten (Fixpunkten) durch Geschwindnivellement.

Zur Aufnahme der örtlichen Verhältnisse der Lage nach wird ein fortlaufender Vieleckzug (Polygonzug) ausgesteckt. In sehr unebenem Gelände ist zur Vermeidung der daselbst sehr zeitraubenden, meist schwierigen Längenmessung die Bildung eines Dreiecknetzes (Triangulation) erforderlich, wobei nur wenige Linien zu messen sind, die übrigen Punkte jedoch durch Winkelmessung festgelegt werden. Von diesen Dreieckspunkten aus erfolgt die Aufnahme mittelst Strahlenverfahrens (Polarmethode) und gleichzeitiger Höhenaufnahme unter Benutzung des Tachymeters. Auch

Kompaßzüge und barometrische Höhenmessung sind am Platze (vgl. Feldmessen). Die Höhen werden in den Lageplänen durch Höhenschichtenlinien (Horizontalkurven) dargestellt.

5. Unter Beobachtung der unter 2. angegebenen und festgesetzten Grundlagen für die Linienführung (Trassierungselemente) arbeitet man nun in den Lageplänen mehrere Vergleichslinien aus und wählt auf Grund überschlägiger Kostenberechnungen für Bau, Betrieb und Unterhaltung die zweckmäßigste aus.

6. Diese so ermittelte günstigste Linie wird dann eingehender bearbeitet und die Vorlage für die Einreichung an den Minister der öffentlichen Arbeiten unter Beachtung der amtlichen Vorschriften über allgemeine Vorarbeiten vorschriftsmäßig hergestellt.

An Unterlagen sind einzureichen:

a. Eine Übersichtskarte mit zinnoberrot eingetragener Bahnlinie, vom Anfangspunkt ab in Kilometer eingeteilt, deren Bezifferung in Abständen von 5 oder 10 km einzuschreiben ist. Hierzu gelangen die Generalstabskarten 1 : 100000 zur Verwendung, für kurze Strecken auch die Meßtischblätter 1 : 25000.

b. Längenprofil und Lageplan. Maßstab für die Längen 1 : 10000, für die Höhen 1 : 500, bei sehr kleinen Höhenunterschieden besser 1 : 250. Bei größeren Abweichungen in den Höhenverhältnissen sind die Höhenschichtlinien in die Lagepläne einzuzeichnen. Die Höhenlage über N. N. ist anzugeben. Die Neuanlagen werden zinnoberrot, bestehende schwarz gezeichnet; die Bestimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen sind zu beachten. Werden umfangreiche Erdarbeiten nötig, oder entstehen durch besondere Anlage, wie Futter- und Stützmauern hohe Kosten, so sind die zur Beurteilung notwendigen Querschnitte der Bahnanlagen darzustellen.

c. Ein Erläuterungsbericht mit kurzer Beschreibung der beabsichtigten Bahnanlage. Zu erwähnen sind: die Bahnführung im allgemeinen und im einzelnen, die Wege und Vorflutanlagen, gegebenenfalls Mitbenutzung von öffentlichen Wegen, Berührung von Staatsdomänen und Forsten, Mooren, Bergwerksbesitz und militärischen Anlagen, Leistungsfähigkeit der Bahn, Grunderwerb, Erläuterungen zum allgemeinen Kostenanschlage.

d. Ein Kostenanschlag nach den Titeln des Normalbuchungsformulars, welche folgendermaßen lauten:

Tit. I: Grunderwerb und Nutzungsentschädigung.
Tit. II: Erd- und Böschungsarbeiten, Futtermauern zur Herstellung des Bahnkörpers einschließlich derjenigen für Wegübergänge usw. nebst den zur Ausführung nötigen Gerätschaften.
Tit. III: Einfriedigungen, ausschließlich derjenigen für Bahnhöfe.
Tit. IV: Wegübergänge, einschließlich der Unter- und Überführungen von Wegen und Eisenbahnen nebst allem Zubehör.
Tit. V: Durchlässe und Brücken.
Tit. VI: Tunnel
Tit. VII: Oberbau mit allen Nebensträngen und zugehörigen Ausweichungen.
Tit. VIII: Signale nebst den dazugehörigen Buden und Wärterwohnungen.

Tit. IX: Bahnhöfe und Haltepunkte nebst allem Zubehör an Gebäuden, ausschließlich Werkstattanlagen aller Art.
Tit. X: Werkstattanlagen.
Tit. XI: Außerordentliche Anlagen als Flußverlegungen, Durchführung von Festungswerken usw.
Tit. XII: Betriebsmittel.
Tit. XIII: Verwaltungskosten.
Tit. XIV: Insgemein.
Tit. XV: Etwaige Ausfälle beim Betriebe auf Kosten des Baufonds.
Tit. XVI: Zinsen während der Bauzeit.
Tit. XVII: Kursverluste.
Tit. XVIII: Erste Ausrüstung des Sicherheitsbestandes (Reserve- usw. Fonds).

Tit. XV bis XVIII fallen bei Bahnen, welche auf Rechnung des Staates erbaut werden, fort.

e. Eine Denkschrift, welche nach folgenden Abschnitten zu ordnen ist: Bezeichnung und Zweck der geplanten Bahn, Länge, Regierungsbezirke und Kreise, welche berührt werden, Linienführung, wirtschaftliche und Verkehrsverhältnisse des zu erschließenden Landstrichs, Erschließung des fiskalischen Grundbesitzes, Baukosten, Leistung der Beteiligten und Staatszuschuß zu den Grunderwerbskosten.

f. Eine Ertragsberechnung nebst Betriebsplan, wobei die voraussichtliche Einnahme aus Personen-, Gepäck-, Güter- und Viehverkehr, sowie Verzinsungen des Anlagekapitals zu berücksichtigen sind.

Die Vorlagen werden nun dem Minister der öffentlichen Arbeiten zur Prüfung eingereicht. Nachdem die Genehmigung erfolgt ist, findet die Einbringung der Bahnvorlage behufs Bewilligung der Geldmittel beim Landtage statt. Die Erlaubnis zum Bau (Konzession) wird vom Landesherrn durch eine Königliche Verordnung erteilt, womit gleichzeitig das Enteignungsrecht verliehen wird. Ist die Bauerlaubnis erteilt, so kann mit den ausführlichen Vorarbeiten begonnen werden.

3. Die ausführlichen Vorarbeiten.

Bei den ausführlichen Vorarbeiten wird eine teilweise Wiederholung der Vorgänge der allgemeinen Vorarbeiten notwendig, auch werden die Vorarbeiten zum Grunderwerb vorgenommen.

Es wird folgender Gang eingeschlagen.

1. Die ausführlichen Vorarbeiten beginnen mit einer sehr genauen Geländeaufnahme mit allen Einzelheiten, welche sich jedoch nur auf eine Breite von 100 bis 250 m beiderseits der beabsichtigten Linie zu erstrecken braucht. Der Maßstab der Lagepläne soll mindestens 1:2500, in bergiger und bewohnter Gegend 1:1000, der für die Höhen 1:250 betragen. Diese so gewonnenen Arbeitspläne sind als Urzeichnungen nicht aus der Hand zu geben.

Gleichzeitig mit den feldmesserischen Aufnahmen erfolgen die Ermittelungen der Wasserverhältnisse (Vorflut, Durchflußprofil, Hochwasserstand, Beschaffung von Speisewasser für die Wasserstation usw.) und die Boden-

untersuchungen durch Schürfen und Bohren für die Gründung der Bauwerke, für die Ausführung der Tunnel und Entwässerungsanlagen, für die Bestimmung der Böschungsneigungen und Befestigungen, für die geologische Gestaltung, besonders mit Rücksicht auf die Feststellung der Rutschungsgefahren, und für die Beschaffenheit und Verwendbarkeit der Baustoffe. Auch sind die Preisverhältnisse und Bezugsquellen rechtzeitig festzustellen.

2. In den genauen Arbeitsplänen wird nunmehr die günstigste Linie endgültig ermittelt und im Felde abgesteckt, wobei besonders die Winkelpunkte des Vieleckzuges, sowie die Anfangs- und Endpunkte der Krümmungen genau festgelegt und durch Hilfspunkte versichert werden müssen, damit sie während der Bauausführung nicht verloren gehen bzw. jederzeit wieder leicht eingemessen werden können. Eine frühere Absteckung wäre zwecklos.

Behufs endgültiger Aufnahme wird nun die ganze Bahnlinie eingeteilt (stationiert), das Längenprofil in der Bahnachse aufgenommen, und zahlreiche Querprofile, welche an allen zur Beurteilung der günstigsten Lage der Linie wichtigen Punkten einzulegen sind, werden in ebenen Strecken in Abständen von 25 bis 50 m, im unebenen Gelände an allen merklichen Brechpunkten des Geländes aufgemessen. Die Auftragung der Querprofile geschieht im Maßstabe 1 : 200.

Etwaige spätere Linienveränderungen, welche besonders im schwierigen Gelände häufiger vorkommen, werden der Stationierung durch Einlegen von Fehlstationen angepaßt.

Hierauf beginnt die genauere Ausarbeitung des gesamten Entwurfs. Die Ausbildung des Bahnkörpers, der Bahnhöfe, der Bauwerke, der Wegübergänge und Wegunterführungen, der Entwässerungen wird festgelegt. Von allen Neuanlagen, sowie den Veränderungen an Wegen und Wasserläufen ist ein Verzeichnis mit Erläuterungen aufzustellen.

Der auf Grund der ausführlichen Vorarbeiten der zuständigen Eisenbahndirektion zur technischen Prüfung vorzulegende Entwurf soll umfassen:

a. Einen Übersichtshöhenplan mit zugehörigem Bogenband. Die Längen sollen je nach Dichtigkeit der Brechpunkte im Maßstabe 1:100000 bis 1:50000, die Höhen im Maßstabe 1:1000 dargestellt werden.
b. Einen Höhen- und Lageplan im oben angegebenen Maßstabe (1:2500 bis 1 : 1000) mit fortlaufender Kilometerteilung und Stationen von 100 m und Unterabteilungen von 50 m. Die Lage ist etwa 250 m beiderseits der Bahnachse darzustellen. Es sind die Abzeichnungen der ursprünglichen Pläne zur Einreichung zu benutzen.
c. Die Entwürfe zu den Stütz- und Futtermauern, Wegübergängen, Brücken und sonstigen außergewöhnlichen Bauwerken im Maßstabe 1 : 100.
d. Die Entwürfe zu den Tunneln.
e. Die Darstellung des Oberbaus.
f. Die Entwürfe der Bahnhofsanlagen im Maßstab 1 : 1000.
g. Einen ausführlichen Erläuterungsbericht nebst Kostenanschlag.

Die unter c. bis f. aufgeführten Vorlagen werden meist erst nach geschehener landespolizeilicher Prüfung (s. unten) genau ausgearbeitet und eingereicht.

Die Unterlagen für die allgemeinen Vorarbeiten, auf Grund deren die Genehmigung erteilt wurde, sind denen der ausführlichen Vorarbeiten beizufügen. Hieran schließt sich die Aufstellung eines Planes für die Bauausführung, in welchem die Zeiteinteilung für die Bauarbeiten nach Vierteljahren und Monaten, sowie der Bedarf während dieser Zeitabschnitte an Baustoffen, Geräten, Arbeitskräften und Geldmitteln behufs rechtzeitiger Beschaffung derselben und ungestörten Ineinandergreifens der Arbeiten festgelegt wird.

Nachdem die ausführlichen Vorarbeiten technisch von der zuständigen Eisenbahndirektion geprüft worden sind, erfolgt die landespolizeiliche Prüfung von dem zuständigen Regierungspräsidenten hinsichtlich der berührten Wege, Wasserläufe und der damit zusammenhängenden Vorflutverhältnisse. Hierauf geschieht die vorläufige Feststelluug durch den Minister der öffentlichen Arbeiten, und es folgt die Erwerbung der erforderlichen Grundstücke und Gebäude.

Die Vorarbeiten zum Grunderwerb beginnen bereits mit der Übertragung der endgültigen Linie in das Gelände.

Sie umfassen:

1. die Stückvermessung (Parzellenaufnahme);
2. die Anfertigung der Grunderwerbskarten;
3. die Berechnung und Feststellung der zu erwerbenden Flächen;
4. die Aufstellung der Grunderwerbsverzeichnisse (Vermessungsregister).

Bei den Grunderwerbsverhandlungen sucht man zunächst eine gütliche Einigung mit dem Besitzer zu erzielen oder wenigstens von diesem die Bauerlaubnis unter Vorbehalt aller Rechte des Eigentümers zu erreichen. Gelingt dies nicht, so muß zu der zeitraubenden Enteignung des Grundstückes geschritten werden.

Nach erfolgter Fertigstellung der Bahn folgt die Schlußvermessung, welche die Grundlage für die Auflassung der von der Eisenbahnbehörde erworbenen Grundstücke bildet.

E. Gang einer Eisenbahnbauausführung.

In Preußen wird entweder schon während der ausführlichen Vorarbeiten oder erst nach erfolgter vorläufiger Planfeststellung durch den Minister die Bahn für die Bauausführung in mehrere Abteilungen zerlegt.

An der Spitze dieser Bauabteilungen, welche je nach den zu erwartenden Schwierigkeiten 25 bis 50 km und mehr Länge umfassen, steht der Abteilungsbaumeister.

Die Bauabteilung zerfällt in Strecken (Sektionen), die einem Streckenbaumeister (Sektionsbaumeister) unterstellt sind (meist ein Regierungsbaumeister). Die Strecken werden in Baulose von verschiedener Länge

eingeteilt; als Streckenbeamte für diese werden Bauassistenten, sowie Bauaufseher zur Einzelüberwachung beschäftigt.

Die Bauabteilung erhält die nötigen Bureaubeamten und technischen Hilfskräfte, darunter auch Landmesser, überwiesen.

Sobald die Einzelentwürfe fertiggestellt sind, die bewilligten Geldmittel sich als ausreichend erweisen und die Bauerlaubnis überall gesichert ist, wird mit der Bauausführung begonnen.

Nach Beendigung der Bauarbeiten erfolgt die eisenbahntechnische und die landespolizeiliche Abnahmeprüfung, darauf wird die Genehmigung zur Betriebseröffnung durch den Minister erteilt; damit geht die Strecke in den Betrieb über und wird einem Betriebsamte unterstellt.

Es folgt dann die Abrechnung und nach Beendigung derselben die Auflösung der Bauabteilungen. Die endgültige Planfeststellung und die Schlußvermessung bilden den Abschluß der Arbeiten für die Neubaulinie.

Bei den Kleinbahnen wird im großen ganzen ein ähnlicher Vorgang stattfinden, jedoch sind die entsprechenden Bestimmungen des Kleinbahngesetzes zu beachten.

Bemerkung.

Eine Zusammenstellung über benutzte Werke sowie Angaben über die Abbildungen befinden sich am Schlusse des zweiten Teiles.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich. Werke, die mehrere Bände umfassen, sind auch in einem Band gebunden vorrätig.

Jeder Band geheftet M. 1.–, in Leinwand gebunden M. 1.25

Auf dem Gebiete der **Technik** sind bisher erschienen:

Das Eisenbahnwesen. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor a. D. E. Biedermann. 2. Auflage. Mit 56 Abbildungen. (Bd. 144.)

Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abbildungen. (Bd. 322.)

Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abbildungen. (Bd. 275.)

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Geh. Regierungsrat im Kaiserl. Patentamt M. Geitel. Mit 32 Abbildungen. (Bd. 28.)

Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat K. Merckel. Mit 43 Abbildungen. (Bd. 60.)

Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. R. Biedermann. Mit 15 Abbildungen. (Bd. 286.)

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 67 Abbildungen. (Bd. 196.)

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 184 Abbildungen. (Bd. 301.)

Die Dampfmaschine I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Auflage. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 393.)

Die Dampfmaschine II: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 93 Abbildungen. (Bd. 394.)

Die elektrische Kraftübertragung. Von Ingenieur P. Köhn. (Bd. 424.)

Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. A. Rotth. Mit 72 Abbildungen. (Bd. 391.)

Das moderne Beleuchtungswesen. Von Ingenieur Dr. H. Lux Mit 54 Abbildungen. (Bd. 433.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

